



## Pipa polietilena untuk air minum



© BSN 2005

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN  
Gd. Mangala Wanabakti  
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.  
Telp. +6221-5747043  
Fax. +6221-5747045  
Email: [dokinfo@bsn.go.id](mailto:dokinfo@bsn.go.id)  
[www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)

Diterbitkan di Jakarta



## Daftar isi

Daftar isi .....	i
Prakata .....	ii
1 Ruang lingkup .....	1
2 Acuan normatif .....	1
3 Istilah dan definisi .....	1
4 Pengambilan contoh .....	3
5 Syarat mutu material .....	3
6 Syarat mutu pipa .....	4
7 Sifat mekanik .....	9
8 Sifat fisik .....	10
9 Cara uji material .....	11
10 Syarat lulus uji .....	22
11 Penandaan .....	23
Lampiran A Tabel penilaian untuk agglomerate .....	24
Lampiran B Fotomikrograp untuk evaluasi wujud penyebaran .....	25
Lampiran C Contoh-contoh penilaian partikel agglomerate .....	27
Lampiran D Daftar deviasi teknis dan penjelasannya .....	28
Bibliografi .....	31



## Prakata

Standar Nasional Indonesia SNI 06-4829-2005 *Pipa polietilena untuk air minum* adalah revisi dari SNI 06-4829-1998 *Spesifikasi pipa polietilena (PE) dan sambungannya untuk air minum*. SNI 06-4829-2005 ini merupakan hasil adopsi modifikasi dari ISO 4427:1996, *Polyethylene (PE) pipes for water supply-Specifications*, yang disesuaikan dengan keadaan di Indonesia dengan melakukan modifikasi terhadap struktur dan beberapa deviasi teknis. Pemberian tanda garis vertikal tunggal di samping teks, menunjukkan deviasi teknis yang terdapat pada SNI.

Standar ini disusun oleh Panitia Teknis Perumus Standar 35S, Kimia Hilir.

Standar ini telah disepakati dalam konsensus di Jakarta pada tanggal 19 Desember 2002, yang dihadiri stakeholder terkait yaitu produsen, konsumen, lembaga IPTEK dan pemerintah.





## Pipa polietilena untuk air minum

### 1 Ruang lingkup

Standar ini meliputi ruang lingkup, acuan normatif, istilah dan definisi, syarat mutu, cara pengambilan contoh, cara uji, syarat lulus uji dan syarat penandaan pipa polietilena untuk air minum.

### 2 Acuan normatif

SNI 06-2552-1991, *Metoda pengambilan contoh uji pipa PVC untuk air minum.*

SNI 06-4821-1998, *Metode pengujian dimensi pipe polietilena (PE) untuk air minum.*

ISO 6964-1986, *Polyolefin pipes and fittings – Determination of carbon black content by calcinations and pyrolysis – Test method and basic specification.*

ISO/TR 10837: 1991, *Determination of the thermal stability of polyethylene (PE) for use in gas pipes and fittings.*

ISO 11922 -1: 1997, *Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids - Dimension and tolerances-Part 1: Metric series.*

ISO 11420: 1996, *Method for the assesment of the degree of carbon black dispersion in polyolefin pipes, fittings and compounds.*

ISO 6259/1985, *Pipe of polyethylene (PE) – Part 1: Determination of tensile properties.*

ISO 3126 : 1974, *Plastic pipe-Measurement of dimension.*

ISO 1167:1996, *Thermoplastic pipes for the conveyance of fluids-resistance to internal pressure - Test method.*

ISO 1133 : 1991, *Plastics – Determination of the melt mass - flow rate (MFR) and the melt - volume flow rate (MVR) of thermoplastics.*

ISO 2505-1-1994, *Thermoplastics pipes – Longitudinal reversion – Part 1: Determination methods.*

ISO 3607: 1977/E, *Tolerances on out side diameters and wall thicknesses.*

AS/NZS 4130: 97, *Polyethylene (PE) pipes for pressure application.*

ASTM D 3350-1999, *Standard specification for polyethylene plastics pipe and fittings material.*

JIS K 6762-1998, *Double wall polyethylene pipes for water supply.*

### 3 Istilah dan definisi

#### 3.1

##### **pipa polietilena (PE)**

pipa yang dibuat secara ekstrusi dari bahan polietilena yang terdiri dari anti oksidan, stabilisasi UV, dan pigmen

#### 3.2

##### **diameter luar nominal ( $d_n$ )**

diameter luar pipa yang tertera pada Tabel 3 dan Tabel 4



**3.3**

**diameter luar setiap pengukuran ( $d_{ey}$ )**

hasil pengukuran setiap diameter luar pada penampang pipa (dibulatkan menjadi 0,1 mm)

**3.4**

**diameter luar rata-rata ( $d_{em}$ )**

hasil bagi rata-rata pengukuran keliling pipa dengan 3,142 (dibulatkan menjadi 0,1 mm)

**3.5**

**diameter luar rata-rata minimum ( $d_{em,min}$ )**

nilai diameter luar tertentu dalam standar pipa yang digunakan (hal ini sama dengan diameter luar nominal pipa  $d_n$ )

**3.6**

**tebal dinding nominal pipa ( $e_n$ )**

tebal dinding pipa yang tertera pada Tabel 3 dan Tabel 4

**3.7**

**tebal dinding pipa setiap pengukuran ( $e_y$ )**

hasil pengukuran tebal pada setiap pengukuran (dibulatkan menjadi 0,05 mm)

**3.8**

**tekanan nominal (PN)**

suatu desain nilai yang berhubungan dengan sifat mekanik dari komponen-komponen pada suatu sistem perpipaan dan digunakan sebagai acuan

**3.9**

**toleransi maksimum tekanan operasi (PPMS)**

toleransi tekanan dalam pipa dimana koefisien desain C digunakan

**3.10**

**koefisien (desain) layanan perlindungan**

suatu koefisien perlindungan dengan nilai lebih dari 1, yang diambil sebagai pertimbangan layanan kondisi sebaik mungkin dari sifat-sifat komponen pada suatu sistem perpipaan selain dari pada representasi dalam batas keyakinan terendah

**3.11**

**syarat kekuatan minimum/ *Minimum Required Strengths (MRS)***

nilai batas kepercayaan terendah  $\sigma$  LCL (*Lower Confidence Limit*) dan dinyatakan sebagai tegangan melintang (*hoop stress*)

**3.12**

**ovalitas**

perbedaan antara pengukuran diameter luar maksimum dan pengukuran diameter luar minimum pada potongan bidang pipa yang sama

**3.13**

**tingkat aliran cair/ *Melt Flow Rate (MFR)***

sesuai dengan ISO 1133, tidak boleh terdeviasi  $\pm 30\%$  dari nilai yang ditentukan oleh produsen bahan baku

**3.14**

**kelas N**

tingkat ovalitas untuk pipa PE 80 dan PE 100



## 4 Pengambilan contoh

Cara pengambilan sesuai dengan SNI 06-2552-1991, *Metoda pengambilan contoh uji pipa PVC untuk air minum*.

## 5 Syarat mutu material

### 5.1 Kompon

**5.1.1** Pipa dan sambungan terbuat dari material PE untuk saluran air minum harus mempunyai anti oksidan, stabilisasi UV dan pigmen.

#### CATATAN 1 Bahan yang dikerjakan ulang

Bahan bersih yang dikerjakan ulang yang berasal dari pembuatan pipa di pabrik itu sendiri sesuai dengan spesifikasi ini dapat digunakan jika bahan tersebut berasal dari bahan yang sama sebagaimana yang digunakan untuk produksi terkait, bila dilakukan uji sesuai kriteria pada **CATATAN 2** di bawah ini.

#### CATATAN 2 Jenis dan klasifikasi bahan

Kompon harus ditetapkan berdasarkan jenis bahan agar sesuai dengan syarat kekuatan minimum (MRS) yang berlaku sebagaimana dijelaskan dalam Tabel 1, bila dilakukan uji sesuai butir 9.7.

Keabsahan jenis bahan harus dinyatakan berdasarkan pembuat campuran atau, dalam *master-batches*, harus oleh pembuat pipa.

Tegangan desain  $\sigma_s$  dari sebuah pipa harus diperoleh dengan menggunakan koefisien desain C tidak kurang dari 1,25 terhadap nilai MRS bahan.

**Tabel 1 Jenis dan klasifikasi bahan**

Jenis bahan	MRS pada 50 tahun dan 20 °C MPa	Tegangan desain hidrostatis ( $\sigma_s$ ) maksimum yang diijinkan MPa
PE 100	10	8
PE 80	8	6,3

Hubungan antara MRS dan  $\sigma_s$  untuk berbagai koefisien desain yang diberikan dalam Tabel 2.

**Tabel 2 Hubungan antara MRS,  $\sigma_s$  dan koefisien desain C pada 20 °C**

Tegangan desain hidrostatis dari pipa, $\sigma_s$ MPa	Syarat kekuatan minimum bahan MPa	
	10	8
	Koefisien desain C	
8	1,25	
6,3	1,6	1,25
5	2	1,6
4	2,5	2
3,2	3,2	2,5
2,5	-	3,2

**CATATAN 3** Jika pipa disambungkan dengan cara *butt fusion* atau menggunakan sambungan *elektrofusi* dari jenis bahan yang berbeda, sambungan harus memenuhi persyaratan uji hidrostatis pada Tabel 6 (80 °C/165 jam). Jenis kompon, PE 80 atau PE 100 mempunyai MFR (190 °C/5 kg) dengan rentang ukur (0,2 - 1,3) g/10 menit, harus mampu digabungkan untuk fusi satu dengan yang lainnya.



### 5.1.2 Kandungan pigmen karbon hitam dalam pipa hitam

Pipa hitam harus mengandung karbon hitam dalam kompon ( $2,25 \pm 0,25$ ) % dari massa.

### 5.1.3 Dispersi pigmen karbon hitam dalam bahan baku

Dispersi pigmen karbon hitam harus sama atau kurang dari grade 3.  
Lihat Tabel A.1 pada Lampiran A.

## 5.2 Tingkat aliran cair dan kepadatan

Pembuat pipa harus menyediakan bukti kepadatan dan tingkat aliran cair kompon. Tingkat aliran cair harus sesuai dengan kondisi dibawah ini:

- Tingkat aliran cair campuran tersebut tidak boleh menyimpang  $\pm 30\%$  dari nilai yang ditetapkan oleh pembuat;
- Perubahan dalam MFR disebabkan oleh proses, yaitu perbedaan antara nilai terukur; untuk bahan dari pipa dan nilai terukur bagi kompon, tidak boleh lebih dari 25%;
- Kepadatan bahan polietilena adalah  $0,941 \text{ g/cm}^3 - 0,965 \text{ g/cm}^3$ ;
- Nilai MFR ( $190^\circ\text{C} / 5 \text{ kg}$ ) adalah  $0,2 - 1,3 \text{ g} / 10 \text{ menit}$ .

## 6 Syarat mutu pipa

### 6.1 Dimensi pipa

#### 6.1.1 Diameter luar nominal tekanan nominal dan tebal dinding nominal pipa

**Tabel 3** Pipa polietilena dengan tegangan desain ( $\sigma_s$ ) 8 MPa

Diameter luar nominal $d_n$ (mm)	Seri pipa <sup>1)</sup>		
	S 8	S 6,3	S 5
	Rasio dimensi standar		
	SDR 17	SDR 13,6	SDR 11
	Tekanan nominal PN <sup>2)</sup> untuk $\sigma_s = 8 \text{ MPa}$		
	PN 10	PN 12,5	PN 16
	Ketebalan dinding nominal, $e_n$ mm		
32	-	-	3,0
40	-	-	3,7
50	-	-	4,6
63	-	4,7	5,8
75	4,5	5,6	6,8
90	5,4	6,7	8,2
110	6,6	8,1	10,0
125	7,4	9,2	11,4



Tabel 3 (lanjutan)

Diameter luar nominal $d_n$ (mm)	Seri pipa <sup>1)</sup>		
	S 8	S 6,3	S 5
	Rasio dimensi standar		
	SDR 17	SDR 13,6	SDR 11
	Tekanan nominal PN <sup>2)</sup> untuk $\sigma_s = 8$ MPa		
	PN 10	PN 12,5	PN 16
	Ketebalan dinding nominal, $e_n$ mm		
140	8,3	10,3	12,7
160	9,5	11,8	14,6
180	10,7	13,3	16,4
200	11,9	14,7	18,2
225	13,4	16,6	20,5
250	14,8	18,4	22,7
280	16,6	20,6	25,4
315	18,7	23,2	28,6
355	21,1	26,1	32,2
400	23,7	29,4	36,3
450	26,7	33,1	40,9
500	29,7	36,8	45,4
560	33,2	41,2	50,8
630	37,4	46,2	57,2
710	42,1	52,2	-
800	47,4	58,8	-
900	53,3	-	-
1000	59,3	-	-
<b>CATATAN</b> 1) Nomor seri pipa diperoleh dari perbandingan $\sigma_s$ /PPMS, dimana $\sigma_s$ merupakan tekanan desain pada 20°C dan PPMS adalah batas maksimum tekanan operasi yang diizinkan. 2) Tekanan nominal PN sesuai dengan tekanan pengoperasian maksimum yang diizinkan (PPMS), dalam satuan bar pada suhu 20°C.			

Tabel 4 Pipa polietilena dengan tegangan desain ( $\sigma_s$ ) 6,3 MPa

Diameter luar nominal $d_n$ mm	Seri pipa <sup>1)</sup>				
	S 10	S 8	S 6,3	S 5	S 4
	Rasio dimensi standar				
	SDR 21	SDR 17	SDR 13,6	SDR 11	SDR 9
	Tekanan nominal PN <sup>2)</sup> untuk $\sigma_s = 6,3$ MPa				
	PN 6 <sup>3)</sup>	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16
	Ketebalan dinding nominal, $e_n$ mm				
16	-	-	-	-	2,3
20	-	-	-	-	2,3
25	-	-	-	2,3	2,8
32	-	-	-	3,0	3,6
40	-	-	-	3,7	4,5



Tabel 4 (lanjutan)

Diameter luar nominal  $d_n$ mm	Seri pipa <sup>1)</sup>				
	S 10	S 8	S 6,3	S 5	S 4
	Rasio dimensi standar				
	SDR 21	SDR 17	SDR 13,6	SDR 11	SDR 9
	Tekanan nominal PN <sup>2)</sup> untuk $\sigma_s = 6,3$ MPa				
	PN 6 <sup>3)</sup>	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16
	Ketebalan dinding nominal, $e_n$ mm				
50	-	-	-	4,6	5,6
63	-	-	4,7	5,8	7,1
75	-	4,5	5,6	6,8	8,4
90	4,3	5,4	6,7	8,2	10,1
110	5,3	6,6	8,1	10,1	12,3
125	6,0	7,4	9,2	11,4	14,0
140	6,7	8,3	10,3	12,7	15,7
160	7,7	9,5	11,8	14,6	17,9
180	8,6	10,7	13,3	16,4	20,1
200	9,6	11,9	14,7	18,2	22,4
225	10,8	13,4	16,6	20,5	25,2
250	11,9	14,8	18,4	22,7	27,9
280	13,4	16,6	20,6	25,4	31,3
315	15,0	18,7	23,2	28,6	35,2
355	16,9	21,1	26,1	32,2	39,7
400	19,1	23,7	29,4	36,3	44,7
450	21,5	26,7	33,1	40,9	50,3
500	23,9	29,7	36,8	45,4	55,8
560	26,7	33,2	41,2	50,8	-
630	30,0	37,4	46,3	57,2	-
710	33,9	42,1	52,2	-	-
800	38,1	47,4	58,8	-	-
900	42,9	53,3	-	-	-
1000	47,7	59,3	-	-	-
1200	57,2	-	-	-	-
1400	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	-

**CATATAN**

- 1) Nomor seri pipa diperoleh dari perbandingan  $\sigma_s$ /PPMS, dimana  $\sigma_s$  merupakan tekanan desain pada 20 °C dan PPMS adalah batas maksimum tekanan pengoperasian pipa yang diizinkan pada suhu 20 °C.
- 2) Tekanan nominal PN sesuai dengan tekanan pengoperasian maksimum yang diizinkan PPMS, dalam satuan bar pada suhu 20 °C.
- 3) Untuk keperluan perhitungan, maka digunakan tekanan nominal 6,3 bar (0,63 MPa).

### 6.1.2 Toleransi diameter luar dan tebal dinding pipa

- a. Toleransi diameter luar rata-rata ( $d_{em}-d_n$ ) harus positif dalam bentuk  $\begin{matrix} +x \\ 0 \end{matrix}$

dengan:

$x = 0,3$  mm, atau

$x = 0,009d_n$  bila  $x > 0,3$  mm.

Berdasarkan ISO 3607:1977/E, *Tolerances on out side diameters and wall thicknesses*, butir 3.2.1.1.



- b. Toleransi tebal dinding pipa setiap pengukuran ( $e_y - e_n$ ) harus positif dalam

bentuk  $\begin{matrix} +y \\ 0 \end{matrix}$

$$e_y - e_n = \begin{matrix} +y \\ 0 \end{matrix}$$

dengan:

y adalah  $0,1 e_n + 0,2$  mm untuk  $d_n \leq 400$  mm;

y adalah  $0,15 e_n + 0,2$  mm untuk  $d_n > 400$  mm sampai 1200 mm.

Berdasarkan ISO 3607:1977/E, *Tolerances on out side diameters and wall thicknesses*, butir 4.

## 6.2 Ovalitas

Ovalitas pipa di pabrik setelah ekstrusi namun sebelum digulung harus sesuai dengan kelas N.

Kelas N:

- Untuk diameter luar nominal  $\leq 75$ , toleransi sama dengan  $(0,008d_n + 1)$  mm, dibulatkan menjadi 0,1 mm, dengan angka minimum 1,2 mm.
- Untuk diameter luar nominal  $> 75$  tetapi  $\leq 250$ , toleransi sama dengan  $0,02d_n$ , dibulatkan menjadi 0,1 mm.
- Untuk diameter luar nominal  $> 250$ , toleransi sama dengan  $0,035d_n$ , dibulatkan menjadi 0,1 mm.

Garis tengah minimum sebuah drum bagi pipa yang digulung harus  $18 d_n$  dan pipa jangan sampai menjadi kaku. Bagi pipa yang digulung, diperlukan peralatan untuk penggulangan ulang.



Tabel 5 Dimensi pipa polietilena

PN untuk PE 80				3,2 bar				4 Bar				6.3 Bar				6.3 Bar				8 Bar				10 Bar				10 Bar				12.5 Bar				12.5 Bar				16 Bar				16 Bar				20 Bar				20 Bar				PN untuk PE 80			
PN untuk PE 100				4 bar				4 Bar				6.3 Bar				8 Bar				10 Bar				10 Bar				12.5 Bar				12.5 Bar				16 Bar				16 Bar				20 Bar				20 Bar				PN untuk PE 100							
Diameter luar nominal	Diameter luar rata-rata Dm		Ovalitas	Tebal dinding T		Diameter dalam rata-rata D		Tebal dinding T		Diameter dalam rata-rata D		Tebal dinding T		Diameter dalam rata-rata D		Tebal dinding T		Diameter dalam rata-rata D		Tebal dinding T		Diameter dalam rata-rata D		Tebal dinding T		Diameter dalam rata-rata D		Tebal dinding T		Diameter dalam rata-rata D		Tebal dinding T		Diameter dalam rata-rata D		Tebal dinding T		Diameter dalam rata-rata D		Ovalitas	Diameter luar rata-rata Dm		Diameter luar nominal																
DN	Min	Max	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Max	Min	Max	DN																		
15	16.0	16.3	1.2	1.6	1.9	12.2	13.4	1.6	1.9	12.2	13.1	1.6	1.9	12.2	13.1	1.6	1.9	12.2	13.1	1.6	1.9	12.2	13.1	1.6	1.9	12.2	13.1	1.6	1.9	12.2	13.1	1.8	2.1	11.8	12.7	2.2	2.6	10.8	11.9	1.2	16.0	16.3	15																
20	20.0	20.3	1.2	1.6	1.9	16.2	17.1	1.6	1.9	16.2	17.1	1.6	1.9	16.2	17.1	1.6	1.9	16.2	17.1	1.6	1.9	16.2	17.1	1.6	1.9	16.2	17.1	1.9	2.2	15.6	16.5	2.3	2.7	14.6	15.7	2.8	3.2	13.6	14.7	1.2	20.0	20.3	20																
25	25.0	25.3	1.2	1.6	1.9	21.2	22.1	1.6	1.9	21.2	22.1	1.6	1.9	21.2	22.1	1.6	1.9	21.2	22.1	1.6	1.9	21.2	22.1	1.9	2.2	20.6	21.5	2.3	2.7	19.6	20.7	2.8	3.2	18.6	19.7	3.5	4.0	17.0	18.3	1.2	25.0	25.3	25																
32	32.0	32.3	1.3	1.6	1.9	28.2	29.1	1.6	1.9	28.2	29.1	1.6	1.9	28.2	29.1	1.6	1.9	28.2	29.1	1.9	2.2	27.6	28.5	2.4	2.8	26.4	27.5	2.9	3.3	25.4	26.5	3.6	4.1	23.8	25.1	4.4	5.0	22.0	23.5	1.3	32.0	32.3	32																
40	40.0	40.4	1.4	1.6	1.9	36.2	37.2	1.6	1.9	36.2	37.2	1.6	1.9	36.2	37.2	1.9	2.2	35.6	36.6	2.4	2.8	34.4	35.6	3.0	3.4	33.2	34.4	3.7	4.2	31.6	33.0	4.5	5.1	29.8	31.4	5.5	6.2	27.6	29.4	1.4	40.0	40.4	40																
50	50.0	50.5	1.4	1.6	1.9	46.2	47.3	1.6	1.9	46.2	47.3	2.0	2.3	45.4	46.5	2.4	2.8	44.4	45.7	3.0	3.4	43.2	44.5	3.7	4.2	41.6	43.1	4.6	5.2	39.6	41.2	5.6	6.3	37.4	39.3	6.9	7.7	34.6	36.7	1.4	50.0	50.5	50																
63	63.0	63.6	1.5	1.6	1.9	59.2	60.4	2.0	2.3	58.4	59.6	2.4	2.8	57.4	58.8	3.0	3.4	56.2	57.6	3.8	4.3	54.4	56.0	4.7	5.3	52.4	54.2	5.8	6.5	50.0	52.0	7.1	8.0	47.0	49.4	8.6	9.6	43.8	46.4	1.5	63.0	63.6	63																
75	75.0	75.7	1.6	1.9	2.2	70.6	71.9	2.3	2.7	69.6	71.1	2.9	3.3	68.4	69.9	3.6	4.1	66.8	68.5	4.5	5.1	64.8	66.7	5.5	6.2	62.6	64.7	6.8	7.6	59.8	62.1	8.4	9.4	56.2	58.9	10.3	11.5	52.0	55.1	1.6	75.0	75.7	75																
90	90.0	90.9	1.8	2.2	2.6	84.8	86.5	2.8	3.2	83.6	85.3	3.5	4.0	82.0	83.9	4.3	4.9	80.2	82.3	5.4	6.1	77.8	80.1	6.6	7.4	75.2	77.7	8.2	9.2	71.6	74.5	10.1	11.3	67.4	70.7	12.3	13.7	62.6	66.3	1.8	90.0	90.9	90																
110	110.0	111.0	2.2	2.7	3.1	103.8	105.6	3.4	3.9	102.2	104.2	4.3	4.9	100.2	102.4	5.3	6.0	98.0	100.4	6.6	7.4	95.2	97.8	8.1	9.1	91.9	94.8	10.0	11.1	87.8	91.0	12.3	13.7	82.6	86.4	15.1	16.8	76.4	80.8	2.2	110.0	111.0	110																
125	125.0	126.2	2.5	3.1	3.6	117.8	120.0	3.9	4.4	116.2	118.4	4.8	5.4	114.2	116.6	6.0	6.7	111.6	114.2	7.4	8.3	108.4	111.4	9.2	10.3	104.4	107.8	11.4	12.7	99.6	103.4	14.0	15.5	94.0	98.2	17.1	19.0	87.0	92.0	2.5	125.0	126.2	125																
140	140.0	141.3	2.8	3.5	4.0	132.0	134.3	4.3	4.9	130.2	132.7	5.4	6.1	127.8	130.5	6.7	7.5	125.0	127.9	8.3	9.3	121.4	124.7	10.3	11.5	117.0	120.7	12.7	14.1	111.8	115.9	15.7	17.4	105.2	109.9	19.2	21.3	97.4	102.9	2.8	140.0	141.3	140																
160	160.0	161.5	3.2	4.0	4.5	151.0	153.5	4.9	5.5	149.0	151.7	6.2	7.0	146.0	149.1	7.7	8.6	142.8	146.1	9.5	10.6	138.8	142.5	11.8	13.1	133.8	137.9	14.6	16.2	127.6	132.3	17.9	19.8	120.4	125.7	21.9	24.2	111.6	117.7	3.2	160.0	161.5	160																
180	180.0	181.7	3.6	4.4	5.0	170.0	172.9	5.5	6.2	167.6	170.7	6.9	7.7	164.6	167.9	8.6	9.6	160.8	164.5	10.7	11.9	156.2	160.3	13.3	14.8	150.4	155.1	16.4	18.2	143.6	148.9	20.1	22.3	135.4	141.5	24.6	27.2	125.6	132.5	3.6	180.0	181.7	180																
200	200.0	201.8	4.0	4.9	5.5	189.0	192.0	6.2	7.0	186.0	189.4	7.7	8.6	182.8	186.4	9.6	10.7	178.6	182.6	11.9	13.2	173.6	178.0	14.7	16.3	167.4	172.4	18.2	20.2	159.6	165.4	22.4	24.8	150.4	157.0	27.3	30.2	139.6	147.2	4.0	200.0	201.8	200																
225	225.0	227.1	4.5	5.5	6.2	212.6	216.1	6.9	7.7	209.6	213.3	8.6	9.6	205.8	209.9	10.8	12.0	201.0	205.5	13.4	14.9	195.2	200.3	16.6	18.4	188.2	193.9	20.5	22.7	179.6	186.1	25.1	27.8	169.4	176.9	30.8	34.0	157.0	165.5	4.5	225.0	227.1	225																
250	250.0	252.3	5.0	6.2	7.0	236.0	239.9	7.7	8.6	232.8	236.9	9.6	10.7	228.6	233.1	11.9	13.2	223.6	228.5	14.8	16.4	217.2	222.7	18.4	20.4	209.2	215.5	22.7	25.1	199.8	206.9	27.9	30.8	188.4	196.5	34.2	37.8	174.4	183.9	5.0	250.0	252.3	250																
280	280.0	282.6	9.8	6.9	7.7	264.6	268.8	8.6	9.6	260.8	265.4	10.7	11.9	256.2	261.2	13.4	14.9	250.2	255.8	16.6	18.4	243.2	249.4	20.5	22.8	234.4	241.4	25.4	28.1	223.8	231.8	31.3	34.6	210.8	220.0	38.3	42.3	195.4	206.0	9.8	280.0	282.6	280																
315	315.0	317.9	11.1	7.7	8.6	297.8	302.5	9.7	10.8	293.4	298.5	12.1	13.5	288.0	293.7	15.0	16.6	281.8	287.9	18.7	20.7	273.6	280.5	23.2	25.7	263.6	271.5	28.6	31.6	251.8	260.7	35.2	38.9	237.2	247.5	43.0	47.4	220.2	231.9	11.1	315.0	317.9	315																
355	355.0	358.2	12.5	8.7	9.7	335.6	340.8	10.9	12.1	330.8	336.4	13.6	15.1	324.8	331.0	16.9	19.7	317.6	324.4	21.1	23.4	306.2	316.0	26.1	28.9	297.2	306.0	32.2	35.6	283.8	293.8	39.6	43.7	267.6	279.0	48.5	53.5	248.0	261.2	12.5	355.0	358.2	355																
400	400.0	403.6	14.0	9.8	10.9	378.2	381.8	12.3	13.7	372.6	379.0	15.3	17.0	366.0	373.0	19.1	21.2	357.6	365.4	23.7	26.2	347.6	356.2	29.4	32.5	335.0	344.8	36.3	40.1	319.8	331.0	44.7	49.3	301.4	314.2	54.6	60.2	279.6	294.4	14.0	400.0	403.6	400																
450	450.0	454.1	15.6	11.0	12.2	425.6	432.1	13.8	15.3	419.4	426.5	17.2	19.1	411.8	419.7																																												



6.3 Panjang pipa

Panjang pipa bentuk batangan lurus atau gulungan tidak boleh kurang dari persetujuan antara pemasok dan pengguna dengan toleransi  $\pm 0,05$  m. Diameter drum gulungan minimum harus  $18 \times d_n$ .

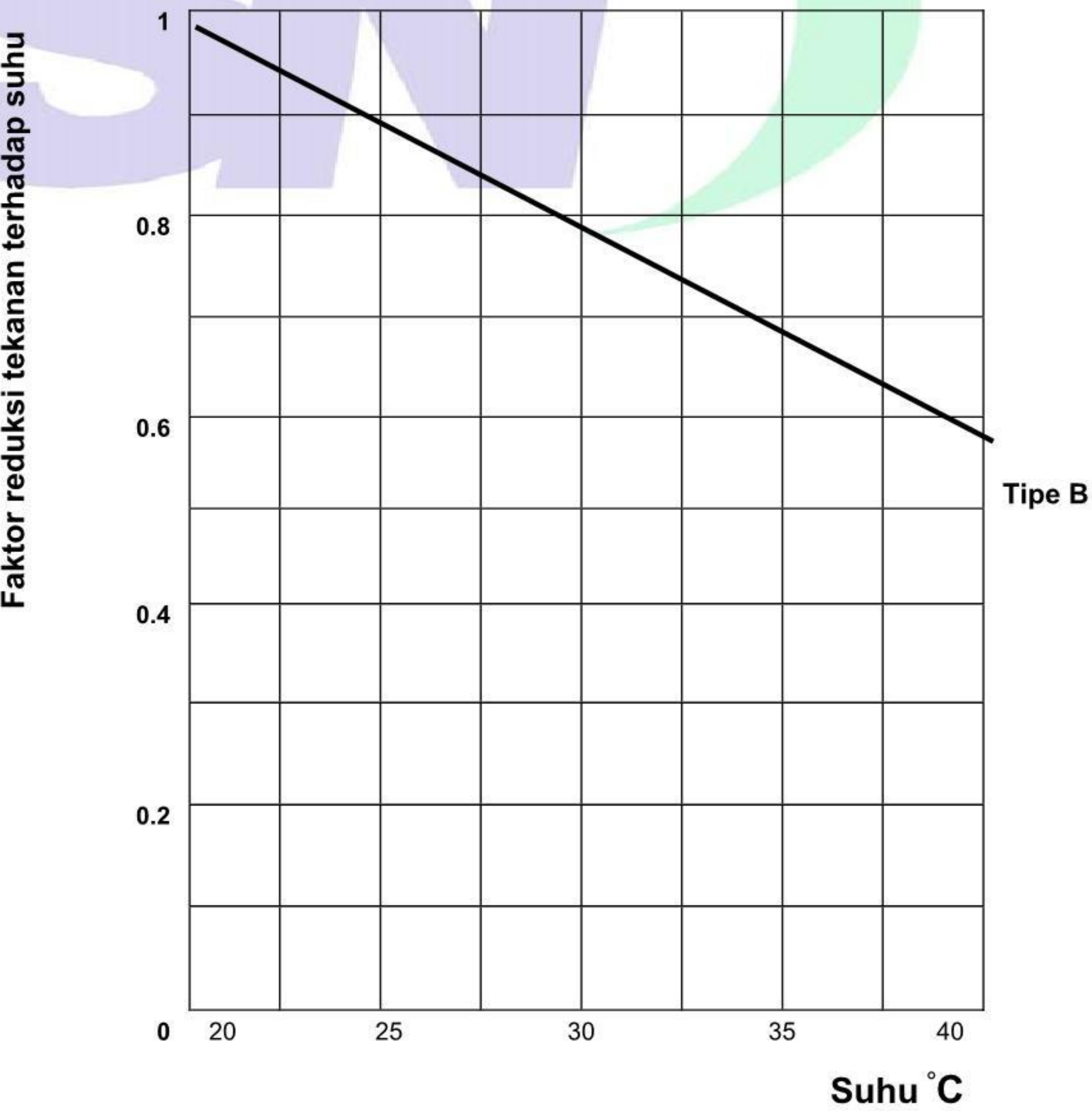
7 Sifat mekanik

7.1 Ketahanan hidrostatik

Pipa harus memenuhi persyaratan yang diberikan pada Tabel 7 berikut ini:

Tabel 6 Ketahanan hidrostatik pipa

Jenis bahan	Tegangan uji MPa		
	100 jam pada 20 °C	165 jam <sup>1)</sup> pada 80°C	1000 jam pada 80 °C
PE 100	12,4	5,5	5,0
PE 80	9,0	4,6	4,0
<b>CATATAN</b> <sup>1)</sup> Hanya kegagalan rapuh yang diperhitungkan (lihat <b>CATATAN 2</b> di bawah ini)			



Gambar 1 Faktor reduksi tekanan terhadap suhu, berlaku pada usia pakai 50 tahun



**CATATAN 1** Gambar 1 dan Tabel 7 harus digunakan untuk menurunkan faktor reduksi yang dapat digunakan untuk memperoleh kelonggaran tekanan pengoperasian maksimum pada pengoperasian pipa dan sambungan-sambungannya pada suhu yang meningkat. Ini berlaku untuk mengalirkan air atau cairan lainnya yang tidak memberikan dampak merusak sifat-sifat material PE untuk jangka panjang hingga suhu 40 °C.

**Tabel 7 Faktor reduksi tekanan pada suhu 20°C sampai dengan 40 °C, berlaku pada masa pakai 50 tahun**

Bahan	Faktor reduksi tekanan				
	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C
<b>Tipe B</b>	1	0,9	0,81	0,72	0,62

**CATATAN 2** Pecah karena rapuh (*brittle failure*) pada keadaan kurang dari 165 jam adalah merupakan kegagalan. Jika pengujian dilaksanakan pada 165 jam ternyata gagal dalam bentuk kenyal (*ductile*), uji ulang supaya dilaksanakan pada tegangan yang lebih rendah. Tegangan uji yang baru, dan waktu kegagalan minimum yang baru supaya dipilih dari Tabel 8.

**Tabel 8 Ketahanan hidrostatik pada kekuatan suhu 80°C – Kebutuhan uji ulang**

PE 80		PE 100	
Tegangan MPa	Waktu kegagalan minimum Jam	Tegangan MPa	Waktu kegagalan minimum Jam
4,6	165	5,5	165
4,5	219	5,4	233
4,4	283	5,3	332
4,3	394	5,2	476
4,2	533	5,1	688
4,1	727	5,0	1000
4,0	1000		

## 7.2 Kuat tarik

Nilai kuat tarik minimum harus 20 MPa dan perpanjangan minimum harus 400 %, bila diuji pada suhu 20 °C.

## 8 Sifat fisik

### 8.1 Stabilitas panas

Waktu induksi untuk pengujian contoh yang di ambil dari pipa PE minimum harus 20 menit jika diuji pada suhu 200 °C. Contoh yang diuji supaya di ambil dari permukaan sebelah dalam pipa.



## 8.2 Nilai perubahan arah panjang

Nilai perubahan arah panjang maksimum 3 %.

## 9 Cara uji material

### 9.1 Kandungan pigmen karbon hitam (carbon black) dalam pipa hitam

**9.1.1** Pengujian kandungan pigmen karbon hitam (*carbon black*) dilakukan berdasarkan ISO 6964-1986, *Polyolefin pipes and fittings – Determination of carbon black content by calcinations and pyrolysis – Test method and basic specification*.

#### 9.1.1.1 Prinsip

Pirolisis dalam jumlah campuran tertentu pada suhu  $550^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$  dalam alur nitrogen selama 45 menit dan kalsinasi pada suhu  $900^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ .

#### 9.1.1.2 Bahan reaksi

Nitrogen kering, yang mempunyai kandungan oksigen kurang dari 20 ppm, di bawah tekanan pada silinder baja yang diberi katup penurun tekanan dan flowmeter. Jika perlu, nitrogen dapat dimurnikan dengan penggelembungan gas melalui larutan pyrogallol atau dengan menyalurkannya pada kertas tembaga, kertas perak (*foil*), kawat atau susunan yang dipanaskan atau dengan menyalurkannya melalui penyaringan gas sebelum sampai ke tungku.

#### 9.1.1.3 Peralatan

##### 9.1.1.3.1 Cawan contoh pembakaran silika

*Sleeve*/klep panjang 50 mm hingga 60 mm, yang dikalsinasi berat konstan pada suhu minimum  $900^{\circ}\text{C}$ , yang didinginkan pada pengering (*desicator*), dan ditimbang dengan ketelitian 0,0001 g.

##### 9.1.1.3.2 Tungku tabung elektrik

Alat yang memungkinkan cawan contoh (*sampel boat*) dimasukan dan ditarik. Tabungnya dilengkapi nozel untuk menerima nitrogen untuk mengeluarkan uap. Diafragma yang ditutup dengan tutup glass-wool yang ditempatkan di belakang nozel entri menjamin bahwa arus nitrogen tersebar secara merata.

##### 9.1.1.3.3 Tungku muffle (*Muffle furnace*)

##### 9.1.1.3.4 Alat pengering (*Desicator*)

##### 9.1.1.3.5 Timbangan analitik dengan ketelitian 0,0001 g

#### 9.1.1.4 Prosedur

##### 9.1.1.4.1 Kondisi uji

Lakukan penimbangan pada suhu laboratorium standar  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .



#### 9.1.1.4.2 Contoh uji

Ambil tiga contoh uji, kemudian timbang setiap contoh uji kurang lebih 1 g dengan ketelitian 0,0001 g, dari bahan yang diambil pada pengiriman atau dari dinding pipa atau *fitting*, yang dihancurkan menjadi fragmen/bagian-bagian kecil.

#### 9.1.1.5 Penentuan

Penentuan pada masing-masing contoh uji akan dilakukan sebagai berikut:

- tempatkan contoh uji pada cawan contoh (*sampel boat*) dan tempatkan cawan contoh pada inlet tabung pembakaran tungku tabung elektrik yang telah dipanaskan sebelumnya hingga  $550^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ . Pasang nozel pada inlet tabung dan kemudian sambungkan ke inlet aliran nitrogen, jika perlu, setelah nitrogen melalui sistem pemurnian; sirkulasi nitrogen pada perangkat itu dengan kecepatan  $200 \text{ cm}^3/\text{menit}$  selama kurang lebih 5 menit;
- pindahkan cawan contoh (*sampel boat*) ke bagian tengah tungku, sesuaikan tingkat alur nitrogen hingga  $100 \text{ cm}^3/\text{menit}$  dan biarkan untuk proses pirolisis selama kurang lebih 45 menit;
- pada akhir jangka waktu ini, kembalikan cawan contoh (*sampel boat*) ke bagian dinding tungku tersebut dan biarkan di sana selama 10 menit sambil menjaga arus nitrogen;
- ambil cawan contoh (*sampel boat*) dari tungku, biarkan dingin pada desiccator dan timbang pada kondisi yang sama sebelum pirolisis. Catat bobotnya pada 0,0001 g terdekat;
- tempatkan cawan contoh (*sampel boat*) pada tungku muffle dengan suhu  $900^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$  dan lakukan pengapuran hingga seluruh bekas karbon hitam hilang. Biarkan dingin pada desikator dan timbang.

#### 9.1.1.6 Perhitungan dan pernyataan hasil

Hitung kandungan karbon hitam (*carbon black*), nyatakan sebagai persentase berdasarkan berat dengan rumus:

$$C_b = \frac{m_2 - m_3}{m_1} \times 100 \%$$

dengan:

$C_b$  adalah kandungan karbon hitam, %;

$m_1$  adalah berat contoh uji, dalam g;

$m_2$  adalah berat cawan contoh (*sampel boat*) ditambah contoh uji setelah pyrolysis pada  $500^{\circ}\text{C}$ , g;

$m_3$  adalah berat cawan contoh (*sampel boat*) setelah kalsinasi pada  $900^{\circ}\text{C}$ , dengan abu bilamana mungkin, g.

Hitung rata-rata aritmetik kandungan karbon hitam (*carbon black*) yang ditentukan pada ketiga contoh bahan uji kemudian laporkan hasilnya hingga dua angka di belakang koma, bilamana diperlukan kandungan abu, maka hitung persentase abu yang dihasilkan dengan rumus:

$$C_a = \frac{m_3 - m}{m_1} \times 100\%$$

dengan:

$C_a$  adalah berat kandungan abu, %;

$m$  adalah berat cawan contoh (*sampel boat*), g;

$m_1$  dan  $m_3$  mempunyai pengertian yang sama sebagaimana tersebut di atas.



Hitung rata-rata aritmetik dari abu yang dihasilkan sebagaimana yang ditentukan pada ketiga contoh uji dan laporkan hasilnya hingga dua angka yang signifikan.

## 9.2 Dispersi pigmen karbon hitam dalam bahan baku

**9.2.1** Pengujian dispersi pigmen karbon hitam dalam bahan baku dilakukan berdasarkan ISO 11420: 1996, *Method for the assesment of the degree of carbon black dispersion in polyolefin pipes, fittings and compounds*.

### 9.2.1.1 Prinsip

Benda-benda uji yang dihasilkan diperiksa secara mikroskopik dan ukuran-ukuran partikel serta agglomerate diukur, dicatat dan dinilai dengan melakukan perbandingan pada sistem penilaian tabulasi (lihat Lampiran A).

Penilaian ukuran partikel/agglomerate ditentukan dari rata-rata penilaian yang ditentukan untuk enam benda uji. Pemeringkatan ujud penyebaran ditentukan berdasarkan perbandingan dengan foto mikrograp (lihat Lampiran B).

### 9.2.1.2 Peralatan

- oven atau piringan panas atau bentuk peralatan pemanas lain, yang mampu kerja pada suhu terkontrol antara 150°C dan 210°C;
- preparat kaca ketebalan 1 mm;
- penekan, bobot atau jepitan-jepitan per;
- microtome, untuk membuat potongan contoh sesuai ketebalan yang diperlukan;
- mikroskop, dengan pembesaran minimum 100 kali, dengan *orthogonal travel*, *graticule* kalibrasi standar yang mampu mengukur ukuran partikel dan agglomerate, serta cukup memberi penerangan untuk menghindari efek optik;
- pisau.

### 9.2.1.3 Persiapan benda uji

#### 9.2.1.3.1 Prosedur kompresi

- a) dengan menggunakan pisau potong enam benda uji, masing-masing beratnya 0,25 mg  $\pm$  0,05 mg, dari bagian produk yang berbeda (CATATAN 1,2 dan 3). Tempatkan keenam benda uji itu pada satu atau lebih preparat yang bersih, dengan masing-masing benda uji mempunyai jarak kira-kira sama dari benda uji lain di sampingnya dan dari ujung preparat (CATATAN 4). Tutup dengan preparat lainnya (CATATAN 5). Apabila digunakan oven, jepit kedua preparat itu bersama-sama dengan jepitan per.

#### CATATAN

1. Berat, ukuran dan ketebalan benda uji diberikan sebagai acuan. Bagaimanapun juga, harus diperhatikan bahwa kesulitan akan dihadapi pada pengujian mikroskopik benda-benda uji yang terlalu tebal.
  2. Benda uji sebaiknya dipotong dari bagian produk yang berbeda.
  3. Pemotongan benda uji dilakukan pada permukaan yang bersih untuk mencegah kontaminasi yang tidak diinginkan.
  4. Kelenturan benda uji dapat lebih baik dengan memanaskan preparatnya.
  5. Pelat paking yang terbuat dari logam atau bahan-bahan lain dapat digunakan untuk menjamin diperolehnya ketebalan yang sama. Untuk berat dan ketebalan benda uji tertentu, harus diperoleh bidang film antara 3 mm dan 5 mm.
- b) tempatkan preparat yang telah dijepit pada oven pada suhu antara 150°C sampai 210°C dan biarkan sedikitnya 10 menit hingga setiap benda uji tersebut tertekan menjadi



ketebalan yang diperlukan  $25 \mu\text{m} \pm 10 \mu\text{m}$ , ambil preparat dari oven dan dinginkan, kemudian lepaskan preparat dari penjepitnya;

- c) secara bergantian, tempatkan preparat itu pada pemanas dengan suhu antara  $150^{\circ}\text{C}$  sampai  $210^{\circ}\text{C}$ , dan press dengan alat penekan atau pemberat sehingga menghasilkan ketebalan film sama, kemudian dinginkan dan lepaskan preparatnya.

#### 9.2.1.3.2 Prosedur microtome

Potong enam benda uji dari bagian produk yang berbeda untuk membuat film dengan ketebalan  $25 \mu\text{m} \pm 10 \mu\text{m}$  dan diagonal 3 mm hingga 5 mm.

#### 9.2.1.3.3 Cara uji mikroskopik

- a) periksa keenam benda uji pada mikroskop dengan pembesaran 100 kali;
- b) periksa agglomerate pada setiap benda uji untuk menentukan kandungan karbon hitam. Ukur dan catat dimensi terbesar masing-masing partikel dan agglomerate dengan ketebalan kurang dari  $5 \mu\text{m}$ , kategorikan ukuran menurut Tabel A.1 pada Lampiran A;
- c) bandingkan masing-masing benda uji dengan foto mikrograp, dengan pembesaran 70 kali, untuk keseragaman bentuk partikelnya.

#### 9.2.1.3.4 Penentuan hasil uji

- a) penilaian ukuran partikel dan agglomerate;
- b) tentukan nilai ukuran partikel/agglomerate tertinggi untuk masing-masing benda uji sesuai tabel pada Lampiran A;
- c) hitung rata-rata aritmatik dari enam nilai yang diperoleh dan nyatakan hasilnya pada satu titik desimal sebagai hasil pembulatan;
- d) pemeringkatan penampakan;
- e) nyatakan penampakan setelah pemeringkatan bandingkan dengan hasil fotomikrograp untuk masing-masing benda uji (lihat Lampiran B);
- f) Contoh penilaian partikel agglomerate (lihat Lampiran C).

### 9.3 Tingkat aliran cair dan kepadatan

#### 9.3.1 Prinsip

Untuk mengukur tingkat aliran cair dan kepadatan, ditentukan oleh korelasi pembebanan dan temperatur.

#### 9.3.2 Peralatan uji

*Melt flow indexer* dilengkapi dengan:

- indikator temperatur, ketelitian  $0,1^{\circ}\text{C}$ ;
- beban massa, ketelitian  $0,5\%$  dari massa nominal.

#### 9.3.3 Persiapan benda uji

##### 9.3.3.1 Contoh uji

- a) contoh uji dapat berbentuk apa saja yang dapat dimasukan ke dalam lubang silinder itu, misalnya bubuk, butiran atau potongan film;

**CATATAN** Beberapa bahan berbentuk bubuk tidak dapat memberi filamen bebas gelembung, jika sebelumnya tidak dikompresi;



- b) bila perlu, siapkan contoh uji, stabilkan terlebih dahulu sesuai dengan spesifikasi bahan, sebelum diuji.

### 9.3.3.2 Cara uji

- a) pastikan alat uji *Melt Flow Indexer* bekerja dengan baik dan terkalibrasi;
- b) masukan benda uji ke dalam silinder plastometer;
- c) atur beban dan naikan suhu pemanasan hingga mencapai persyaratan sesuai jenis material PE yang diuji;
- d) amati dan catat nilai indeks aliran (MFI) nya.

## 9.4 Uji dimensi pipa

### 9.4.1 Diameter luar nominal, tebal dinding nominal dan tekanan nominal

Metoda uji pengukuran diameter luar nominal, tebal dinding nominal dan tekanan nominal pipa PE berdasarkan metoda SNI 06-4821-1998, *Metode pengujian dimensi pipa polietilena (PE) untuk air minum*.

## 9.5 Ovalitas

Pengujian ovalitas berdasarkan ISO 11922-1: 1997, *Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids - Dimension and tolerances*

Nilai ovalitas diperoleh dari menghitung hasil selisih pengukuran diameter luar maksimum dan pengukuran diameter luar minimum pipa dari bidang potongan yang sama.

## 9.6 Panjang pipa

Panjang pipa dalam bentuk batangan lurus atau gulungan diukur dengan alat ukur berketelitian 1.0 mm.

## 9.7 Ketahanan hidrostatik

9.7.1 Uji ketahanan hidrostatik dilakukan berdasarkan ISO 1167-1996, *Thermoplastic pipes for the conveyance of fluids resistance to internal pressure - Test method*.

### 9.7.1.1 Contoh uji dengan panjang bebas (Lo)

Contoh uji dengan panjang bebas (Lo) adalah tiga kali diameter luar ( $3 \times d_e$ ) atau sekurang-kurangnya 250 mm antara kedua penutup ujungnya apabila dalam keadaan terpasang, dan untuk pipa dengan ukuran diameter luar lebih besar dari 315 mm panjang bebas minimum 1000 mm. Kemudian ditekan secara hidrostatik (lihat butir 9.7.1.2).

Selama pengujian suhu air dipertahankan tetap dengan toleransi  $\pm 1^\circ\text{C}$ .

Panjang total benda uji harus sedemikian rupa sehingga permukaan ujung benda uji tidak menyentuh permukaan bagian dalam ujung kedua penutupnya.

### 9.7.1.2 Benda uji untuk ketahanan hidrostatik dilakukan sebanyak minimum 3 batang



### 9.7.1.3 Perhitungan

$$\text{Ketahanan uji hidrostatik (P)} = \sigma \frac{2 e_{\min}}{d_{\text{em}} - e_{\min}}$$

dengan:

P adalah tekanan hidrostatik, Bar;

$\sigma$  adalah tegangan uji, N / mm<sup>2</sup> (MPa);

$e_{\min}$  adalah tebal dinding minimum, mm;

$d_{\text{em}}$  adalah diameter luar maximum, mm.

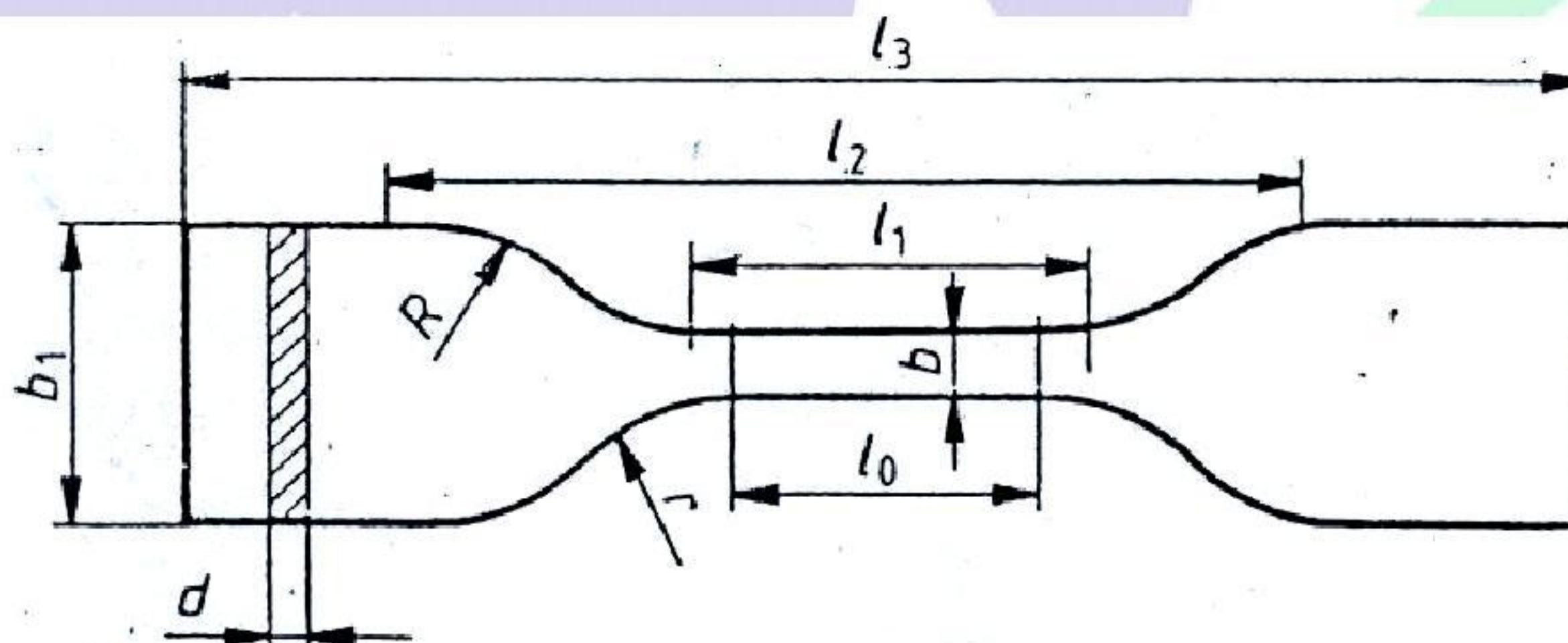
**CATATAN** Nilai konversi 1 N/mm<sup>2</sup> (MPa) = 10 Bar (10 kgf / cm<sup>2</sup>).

## 9.8 Kuat tarik

**9.8.1** Pengujian tarik dilakukan berdasarkan ISO 6259/1: 1985, *Pipe of polyethylene (PE) – Part 1: Determination of tensile properties.*

### 9.8.1.1 Persiapan batang uji

- buat lima batang uji dari potongan pipa dengan bentuk Gambar 2 atau Gambar 3 dan ukuran Tabel 9 atau Tabel 10;
- ukur lebar ( $b$ ), tebal ( $d$ ), dan panjang ukur ( $l_1$ ) setiap batang uji pada daerah panjang ukur sebanyak 3 titik pengamatan, kemudian ambil data ukuran yang terkecil;
- kondisikan batang uji pada suhu  $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  selama minimum 1 jam apabila direndam dalam air, atau minimum 2 jam apabila dikondisikan dengan udara;
- hitung luas penampang setiap batang uji ( $A$ ).



**Keterangan gambar:**

$l_3$  adalah panjang total minimum;

$b_1$  adalah lebar bagian ujung;

$l_1$  panjang ukur awal;

$b$  lebar ukur;

$r$  radius kecil;

$R$  radius besar;

$l_0$  jarak antara marka;

$l_2$  jarak batas antar penjepit;

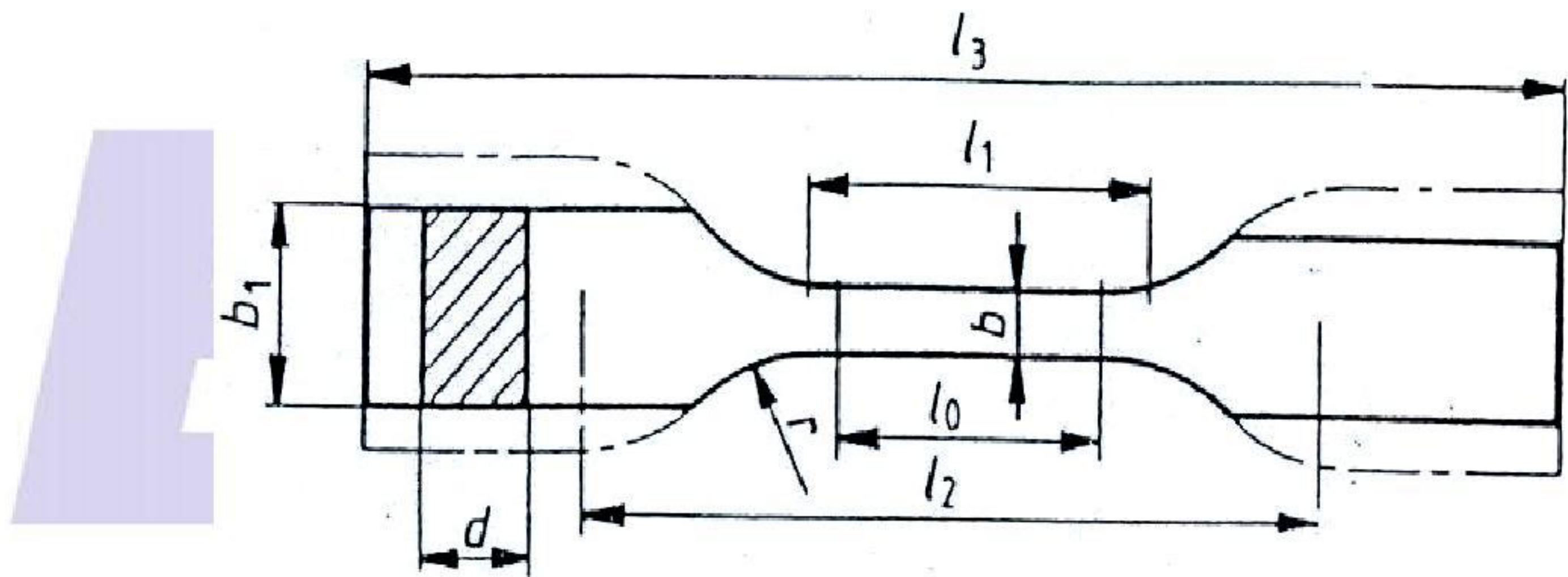
$d$  tebal.

**Gambar 2** Batang uji dibuat dengan pemotongan cetak tekan



Tabel 9 Ukuran batang uji

Simbol	Uraian	Ukuran, mm
$l_3$	Panjang total minimum	115
$b_1$	Lebar bagian ujung	$251 \pm 1$
$l_1$	Panjang ukur awal	$33 \pm 2$
$b$	Lebar ukur	$6 \pm 0,4$
$r$	Radius kecil	$14 \pm 1$
$R$	Radius besar	$25 \pm 2$
$l_0$	Jarak antara marka	$25 \pm 1$
$l_2$	Jarak batas antar penjepit	$80 \pm 5$
$d$	Tebal	untuk pipa < 13



Keterangan gambar:

- $l_3$  adalah panjang total minimum;
- $b_1$  adalah lebar bagian ujung;
- $l_1$  panjang ukur awal;
- $b$  lebar ukur;
- $r$  radius kecil;
- $R$  radius besar;
- $l_0$  jarak antara marka;
- $l_2$  jarak batas antar penjepit;
- $d$  tebal.

Gambar 3 Batang uji dibuat dengan pemotongan permesinan



Tabel 10 Ukuran batang uji

Simbol	Uraian	Ukuran, mm
$l_3$	Panjang total minimum	115
$b_1$	Lebar bagian ujung	>15
$l_1$	Panjang ukur awal	$33 \pm 2$
$b$	Lebar ukur	$6 \pm 0,4$
$r$	Radius kecil	$14 \pm 1$
$l_0$	Jarak antara marka	$25 \pm 1$
$l_2$	Jarak batas antar penjepit	$80 \pm 5$
$d$	Tebal	pipa tersebut

#### 9.8.1.2 Peralatan uji

- mesin uji tarik yang dilengkapi dengan penjepit (*grip*) dan kecepatan tarik yang dapat diatur secara konstan, ketelitian 1 %;
- jangka sorong, ketelitian 0,05 mm;
- mikrometer, ketelitian 0,01 mm.

#### 9.8.1.3 Cara pengujian

- lakukan uji tarik setiap batang uji dengan kecepatan  $100 \text{ mm} \pm 10 \%$  pada suhu ruang  $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  untuk tebal dinding pipa kurang dari 6 mm atau kecepatan 25 mm/menit  $\pm 10 \%$  untuk tebal dinding pipa sama atau lebih dari 6 mm;
- amati dan catat beban luluh (*yield strength*,  $F_y$ ), kemudian lanjutkan hingga batang uji putus;
- catat beban tarik putus ( $F_u$ ) dan perpanjangan pada saat batang uji putus ( $l_u$ ).

#### 9.8.1.4 Cara perhitungan

- Hitung kuat tarik luluh ( $\sigma_y$ ) dalam  $\text{N/mm}^2$ , dengan rumus:

$$\sigma_y = \frac{F_y}{A}$$

dengan:

$F_y$  adalah beban tarik luluh, N;

$A$  adalah luas penampang batang uji,  $\text{mm}^2$  (atau  $A = b \times d$ ).

- Regang putus ( $\delta L$ ) dalam %, dengan rumus:

$$\delta L = \frac{l_u - l_1}{l_1} \times 100 \%$$

dengan:

$l_u$  adalah panjang batang uji pada saat putus, mm;

$l_1$  adalah panjang awal batang uji, mm.



c. Hitung kuat tarik maksimum ( $\sigma_u$ ) dalam N/mm<sup>2</sup>, dengan rumus:

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A}$$

dengan:

$F_u$  adalah beban tarik maksimum, N;

$A$  adalah luas penampang batang uji, mm<sup>2</sup> (atau  $A = b \times d$ ).

## 9.9 Stabilitas panas

**9.9.1** Pengujian stabilitas panas dilakukan berdasarkan ISO/TR 10837:1991, *Determination of the thermal stability of polyethylene (PE) for use in gas pipes and fittings*.

### 9.9.1.1 Prinsip

Pengujian ini mengukur waktu selama munculnya anti oksidan dalam benda uji yang menghambat oksidasi, sementara benda uji dijaga pada suhu 200°C (atau 210°C) dalam arus oksigen.

Kemajuan oksidasi dipantau dengan mengukur perbedaan suhu antara kompartemen benda uji dengan kompartemen rujukan dari penganalisa panas dan pencatatan ini terhadap waktu.

### 9.9.1.2 Peralatan dan bahan

#### 9.9.1.2.1 *Differential Thermal Analyzer (DTA)* atau *Differential Scanning Calorimeter (DSC)*

Peralatan digunakan untuk:

- mencatat perbedaan suhu atau arus energi antara kompartemen benda uji dengan rujukan terhadap waktu;
- menjaga suhu uji pada  $\pm 0,5^\circ\text{C}$  selama berlangsungnya pengujian;
- pemberian benda uji dengan mengalirkan arus oksigen dengan debit  $50 \text{ cm}^3/\text{min} \pm 10\%$ ;
- atur suhu antara  $150^\circ\text{C} - 250^\circ\text{C}$  pada benda uji dengan kenaikan suhu maksimum  $1^\circ\text{C}/\text{menit}$ ;
- kondisikan benda uji pada suhu  $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ ;
- catat terus menerus suhu benda uji dengan resolusi  $0,1^\circ\text{C}$ .

#### 9.9.1.2.2 Pengukur suhu

Benda uji dengan resolusi  $0,1^\circ\text{C}$  atau Voltmeter digital dengan ketelitian tingkat resolusi  $1\mu\text{V}$ .

#### 9.9.1.2.3 Timbangan analitis

Dengan ketelitian  $15 \text{ mg} \pm 0,5 \text{ mg}$  benda uji dengan ketelitian  $0,1 \text{ mg}$ .

#### 9.9.1.2.4 Pasokan oksigen dan nitrogen dengan kemurnian tinggi

#### 9.9.1.2.5 Alat pengukur arus gas dengan rotameter yang terkalibrasi

#### 9.9.1.2.6 Standar logam dengan kemurnian tinggi (kalibrator)

Indium: Titik lebur  $156,6^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{C}$ .

Timah: Titik lebur  $231,9^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{C}$ .



### 9.9.1.3 Persiapan benda uji

#### 9.9.1.3.1 Benda uji dari pipa dan fitting

Posisi dimana benda uji diambil harus sesuai dengan standar produk yang bersangkutan.

- potong 2 cm hingga 3 cm benda uji dari pipa atau fitting;
- belah lingkaran itu menjadi 2 bagian;
- pegang potongan benda uji berukuran kurang dari diameter dalam panci benda uji analiser;
- dengan menggunakan pisau, potong benda uji dari silinder di sekeliling dinding dengan ketebalan yang sesuai hingga memberi bobot pada benda uji  $15 \text{ mg} \pm 0,5 \text{ mg}$ ;
- benda uji dirancang agar dapat dilakukan pengukuran stabilitas panas pada titik-titik di seluruh ketebalan dinding;
- hati-hati terhadap benda uji dan jangan terkena sinar matahari langsung.

**CATATAN** Pengebor lubang, yang digerakan dengan gurdi listrik merupakan alat yang tepat untuk mengambil bagian inti dinding langsung dari pipa atau fitting. Hati-hati agar contoh tidak mendapat panas yang berlebihan.

#### 9.9.1.3.2 Benda uji dari bahan baku dalam bentuk lembar cetak

- a) siapkan papan peringatan cetakan kompresi. Batasi pemanasan hingga 2 menit pada suhu  $150^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ;
- b) potong contoh silinder dengan diameter sedikit kurang dari diameter dalam benda uji;
- c) dengan menggunakan pisau, potong benda uji dari silinder untuk mendapat bobot benda uji  $15 \text{ mg} \pm 0,5 \text{ mg}$ .

### 9.9.1.4 Prosedur pengujian

#### 9.9.1.4.1 Kalibrasi

Lakukan kalibrasi peralatan sesuai dengan prosedur berdasarkan petunjuk operasinya (manualnya).

#### 9.9.1.4.2 Pengukuran waktu induksi oksidasi

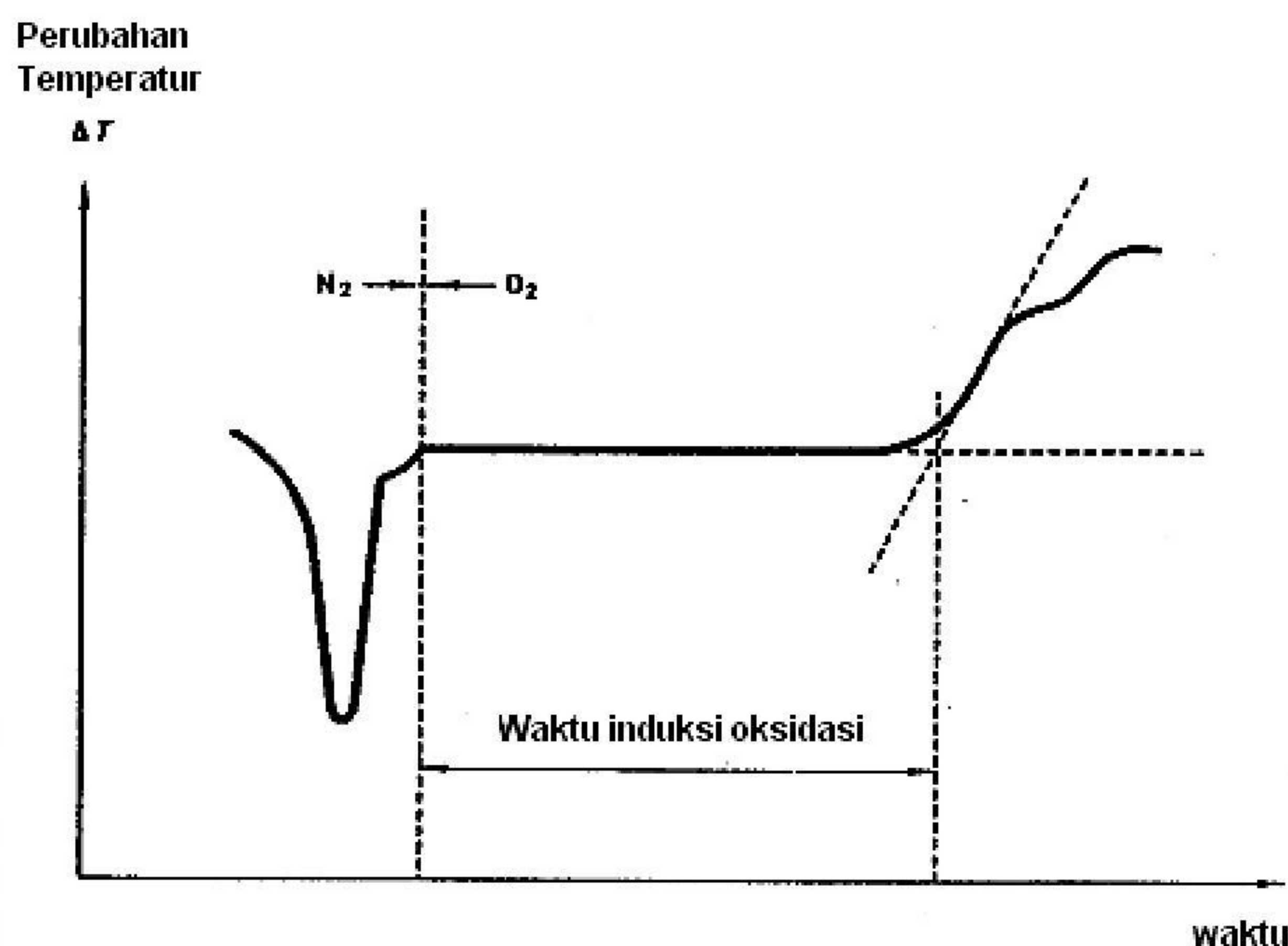
- a) Tetapkan aliran nitrogen  $50 \text{ cm}^3/\text{menit} \pm 10 \%$  melalui peralatan analisa termal diferensial atau sel scanning calorimeter diferensial. Periksa apakah kecepatan pertukaran oksigen arus gas terus berada pada tingkat  $50 \text{ cm}^3/\text{menit} \pm 10\%$  dan kemudian periksa kecepatan nitrogen  $50 \text{ cm}^3/\text{menit} \pm 10\%$ .
- b) Letakan benda uji polietilena  $15 \text{ mg} \pm 0,5 \text{ mg}$  pada silinder panci aluminium terbuka dan panci acuan aluminium kosong ke dalam alat. Setel peralatan agar bergerak secara isothermal pada suhu  $200^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$  (atau  $210^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ), kenaikan suhu pada  $20^{\circ}\text{C}/\text{min}$  dan menyebabkan suhu stabil. Lakukan tindakan koreksi pada voltase pemanas sehingga suhu benda uji berada pada  $200^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$  ( $210^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ). Mulailah mencatat termogram (plot selisih suhu terhadap waktu).
- c) Bila kondisi arus nitrogen stabil pada pakan posisi setelah 5 menit, tukar/ganti dengan oksigen dan tandai titik ini pada termogram. Sel harus dibersihkan dalam waktu 1 menit pertukaran atmosfer. Terus jalankan termogram hingga eksoterm oksidasi terjadi, dan mencapai tingkat maksimum.



### 9.9.1.5 Interpretasi hasil

Stabilitas panas dari benda uji adalah waktu yang diambil, dalam menit dari pengenalan oksigen hingga pada penghentian garis pokok dan garis singgung yang diperpanjang yang digambarkan pada eksoterm, pada titik lekukan maksimum (lihat Gambar 4).

Stabilitas panas contoh merupakan rata-rata aritmatik dari sekurang-kurangnya lima kali pengukuran pada suhu 200°C (atau 210°C).



**Gambar 4** Kurva stabilitas panas oksidatif khusus pada polietilen

## 9.10 Nilai perubahan arah panjang (*Longitudinal reversion*)

**9.10.1** Pengujian nilai perubahan arah panjang (*longitudinal reversion*) dilakukan berdasarkan ISO 2505-1:1994, *Thermoplastics pipes – Longitudinal reversion – Part 1: Determination methods*.

### 9.10.1.1 Prinsip

Pipa pada panjang tertentu diletakkan pada media pemanas dengan suhu dan waktu sesuai syarat khusus, diukur persentase perubahan arah panjang setelah didinginkan pada suhu 23 °C ± 2 °C.

### 9.10.1.2 Metode pengujian

Pengujian ditentukan dengan menggunakan tungku udara (oven).

### 9.10.1.3 Peralatan

- tungku udara (oven) dengan pengatur suhu yang dapat dikontrol dengan ketelitian ± 2 °C;
- termometer dengan ketelitian 0,5 °C.



**9.10.1.4 Benda uji**

- benda uji pipa sepanjang 300 mm;
- bagangkan pada benda uji dua marka arah melingkar dengan jarak 100 mm dari salah satu ujungnya kira-kira 10 mm;
- pengukuran dilakukan minimum 3 titik;
- untuk diameter pipa lebih besar dari 40 mm dapat dibelah menjadi 4 benda uji.

**9.10.1.5 Penyesuaian suhu**

Benda uji dikondisikan sekurang-kurangnya dua jam pada suhu  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**9.10.1.6 Prosedur uji**

- a) ukur dan catat jarak ( $L_0$ ) antara marka-marka pada benda uji dengan ketepatan 0,25 mm pada suhu  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- b) atur suhu tungku udara pada suhu  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- c) masukkan benda uji kedalam oven sedemikian rupa sehingga tidak menyentuh sisi-sisi dasar tungku. Apabila benda uji digantungkan pada titik gantungan jauhkan dari marka acuan dan jika benda uji diletakkan horizontal, tumpu pada landasan dengan bedak talk agar tidak mengganggu pembalikan;
- d) pertahankan benda uji hingga waktu pemanasan sesuai dengan tebal dinding nominal ( $e_n$ ) pipa PE dengan syarat sebagai berikut:
  - Tebal dinding pipa  $\leq 8\text{ mm}$ , waktu 60 menit.
  - Tebal dinding pipa  $8\text{ mm} < e_n \leq 16\text{ mm}$ , waktu 120 menit.
  - Tebal dinding pipa  $> 16\text{ mm}$ , waktu 240 menit;
- e) angkat benda uji dari oven, kemudian dinginkan pada suhu  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , kemudian ukur dan catat jarak ( $L_1$ ) maksimum dan minimum antara marka-marka secara berurutan ke arah diameter.

**9.10.1.7 Perhitungan**

Perubahan pembalikan arah panjang ( $R_L$ ) dinyatakan dalam persen (%) dapat dihitung menurut rumus:

$$R_L = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

dengan:

$\Delta L$  adalah  $L_0 - L_1$ ;

$L_0$  adalah jarak antara marka-marka sebelum pemanasan, mm;

$L_1$  adalah jarak antara marka-marka sesudah pemanasan, mm.

**9.10.1.8 Penilaian**

Hasil uji dihitung nilai rata-rata dari tiga benda uji.

**10 Syarat lulus uji**

Pipa dinyatakan lulus uji apabila memenuhi persyaratan butir 5, butir 6, butir 7 dan butir 8.



## 11 Penandaan

Pada penandaan sekurang-kurangnya dicantumkan:

- nama pabrik pembuat dan atau merek dagang;
- dimensi (diameter luar);
- tekanan nominal dan Tipe material;
- seri pipa (SDR);
- tanggal produksi dan atau kode ;
- kata "AIR".





**Lampiran A**  
(normatif)

**Tabel penilaian untuk agglomerate**

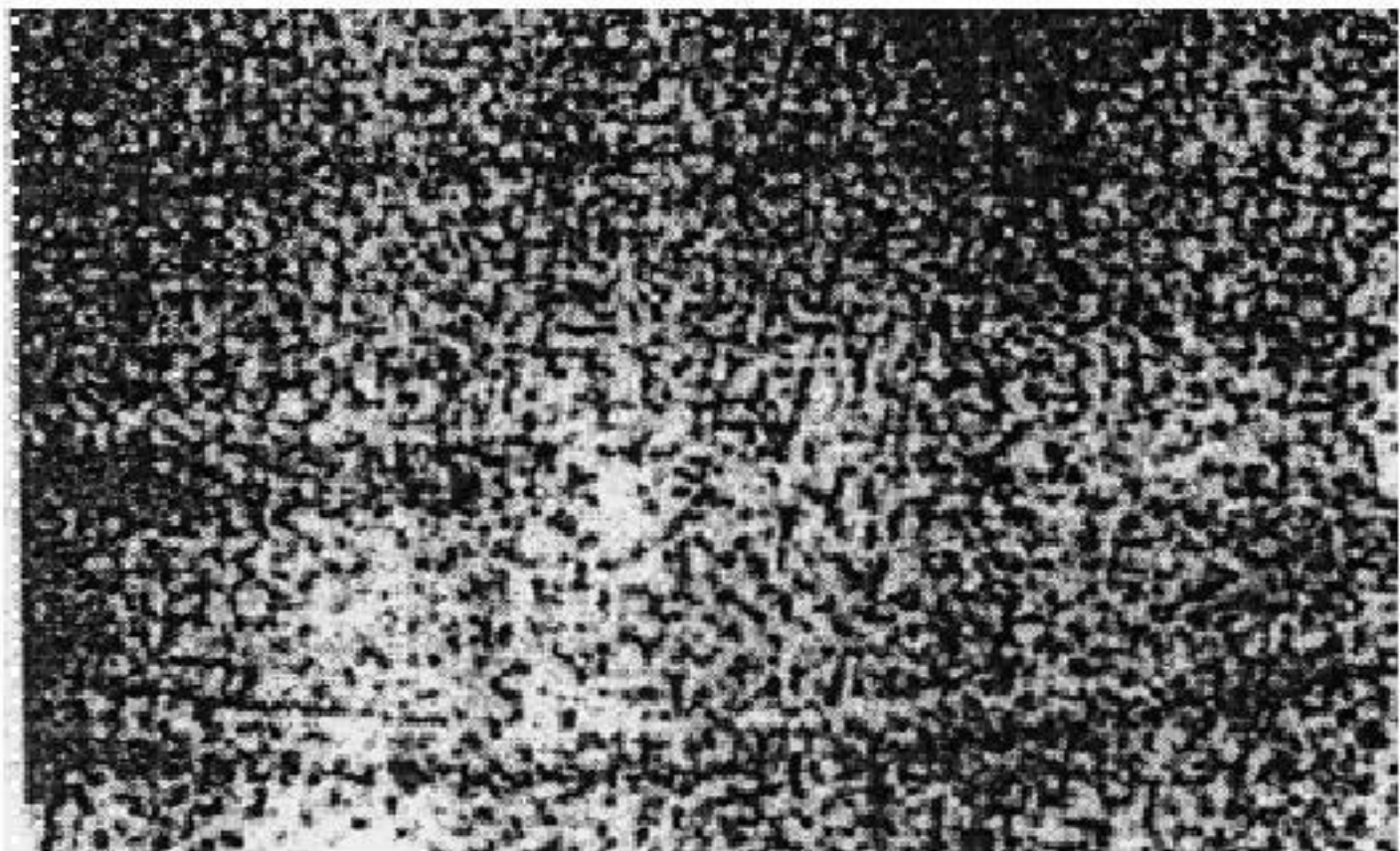
**Tabel A.1 Nilai berdasarkan dimensi terbesar dari partikel dan agglomerate**

Nilai	Dimensi															
	$\mu\text{m}$															
	5 s/d 10	11 s/d 20	21 s/d 30	31 s/d 40	41 s/d 50	51 s/d 60	61 s/d 70	71 s/d 80	81 s/d 90	91 s/d 100	101 s/d 110	111 s/d 120	121 s/d 130	131 s/d 140	141 s/d 150	
Jumlah partikel dan agglomerate																
0	0															
0.5	1	0														
1	$\leq 3 + 1$		0													
1,5	$\leq 6 + \leq 3 + 1$			0												
2	$\leq 12 + \leq 6 + \leq 3 + 1$				0											
2,5	$> 12 + \leq 12 + \leq 6 + \leq 3 + 1$					0										
3	$> 12 + \leq 12 + \leq 6 + \leq 3 + 1$						0									
3,5				$> 12 + \leq 12 + \leq 6 + \leq 3 + 1$				0								
4				$> 12 + \leq 12 + \leq 6 + \leq 3 + 1$					0							
4,5						$> 12 + \leq 12 + \leq 6 + \leq 3 + 1$				0						
5						$> 12 + \leq 12 + \leq 6 + \leq 3 + 1$				0						
5,5						$> 12 + \leq 12 + \leq 6 + \leq 3 + 1$				0						
6						$> 12 + \leq 12 + \leq 6 + \leq 3 + 1$				0						
6,5						$> 12 + \leq 12 + \leq 6 + \leq 3 + 1$				0						
7						$> 12 + \leq 12 + \leq 6 + \leq 3 + 1$				0						
<b>CATATAN</b> 7 $\mu\text{m}$ sama dengan 0,7 mm sesuai dengan pembesaran 100 kali. Demikian halnya 60 $\mu\text{m}$ sama dengan 6 mm pada pembesaran 100 kali.																

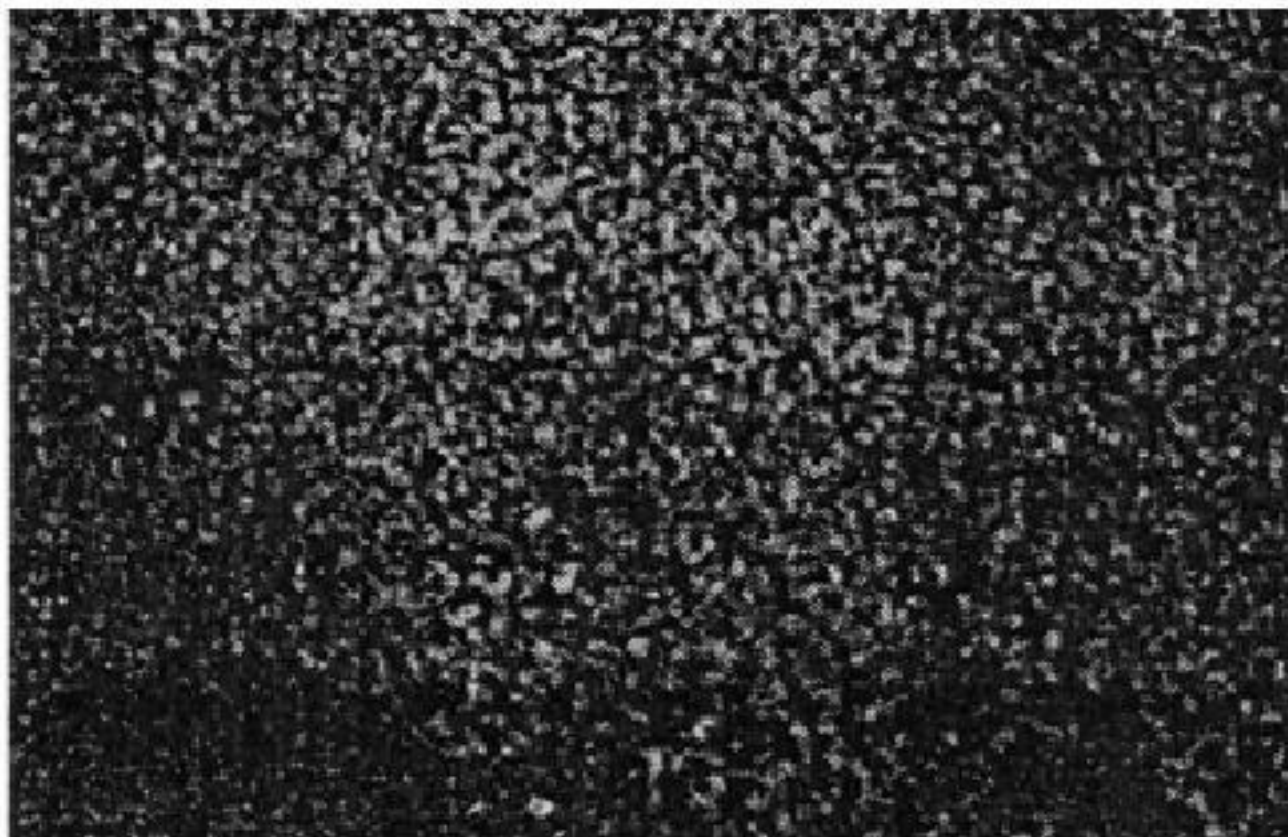


Lampiran B  
(normatif)

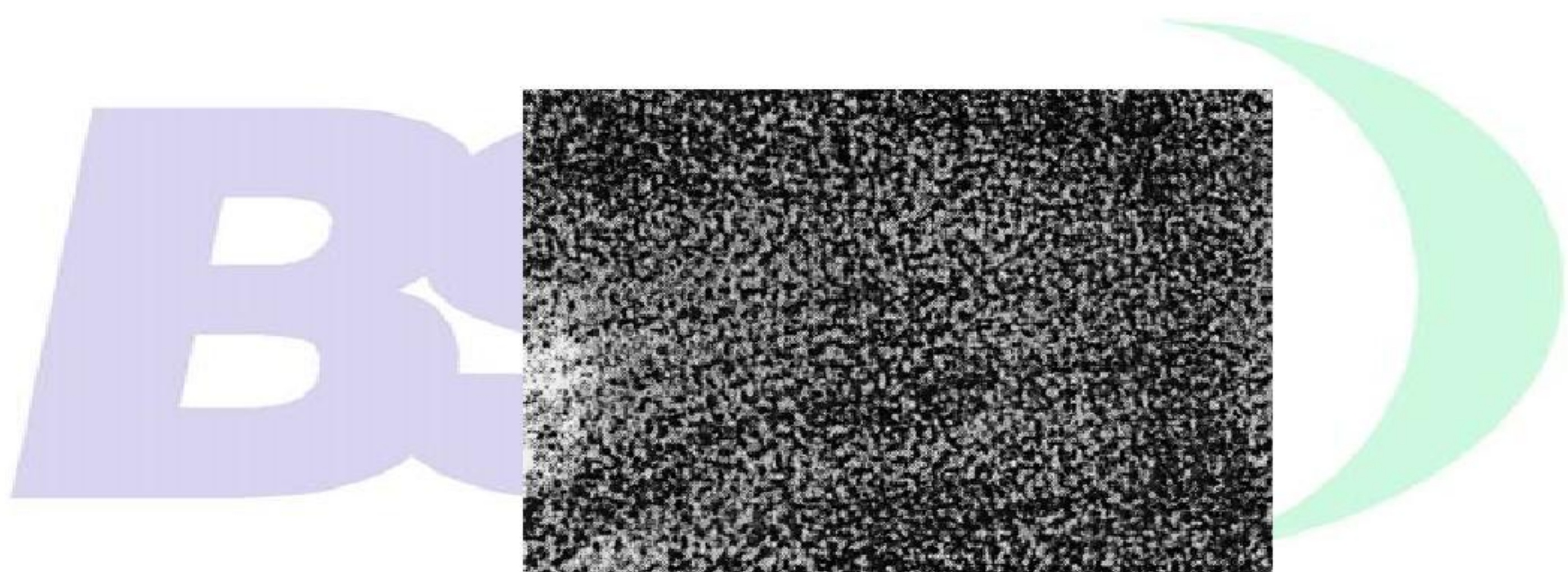
Fotomikrograp untuk evaluasi ujud penyebaran (dispersi)



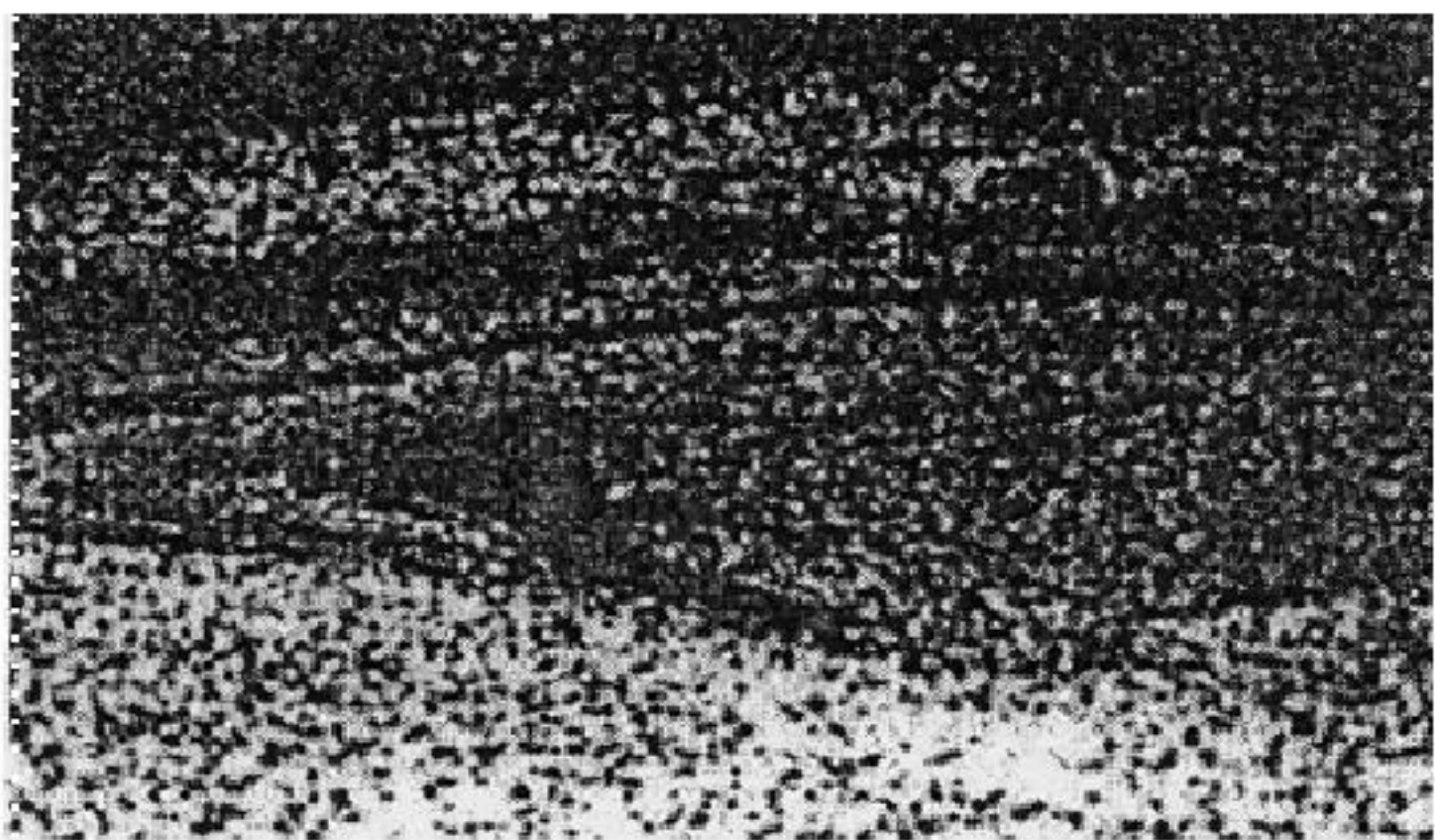
A1



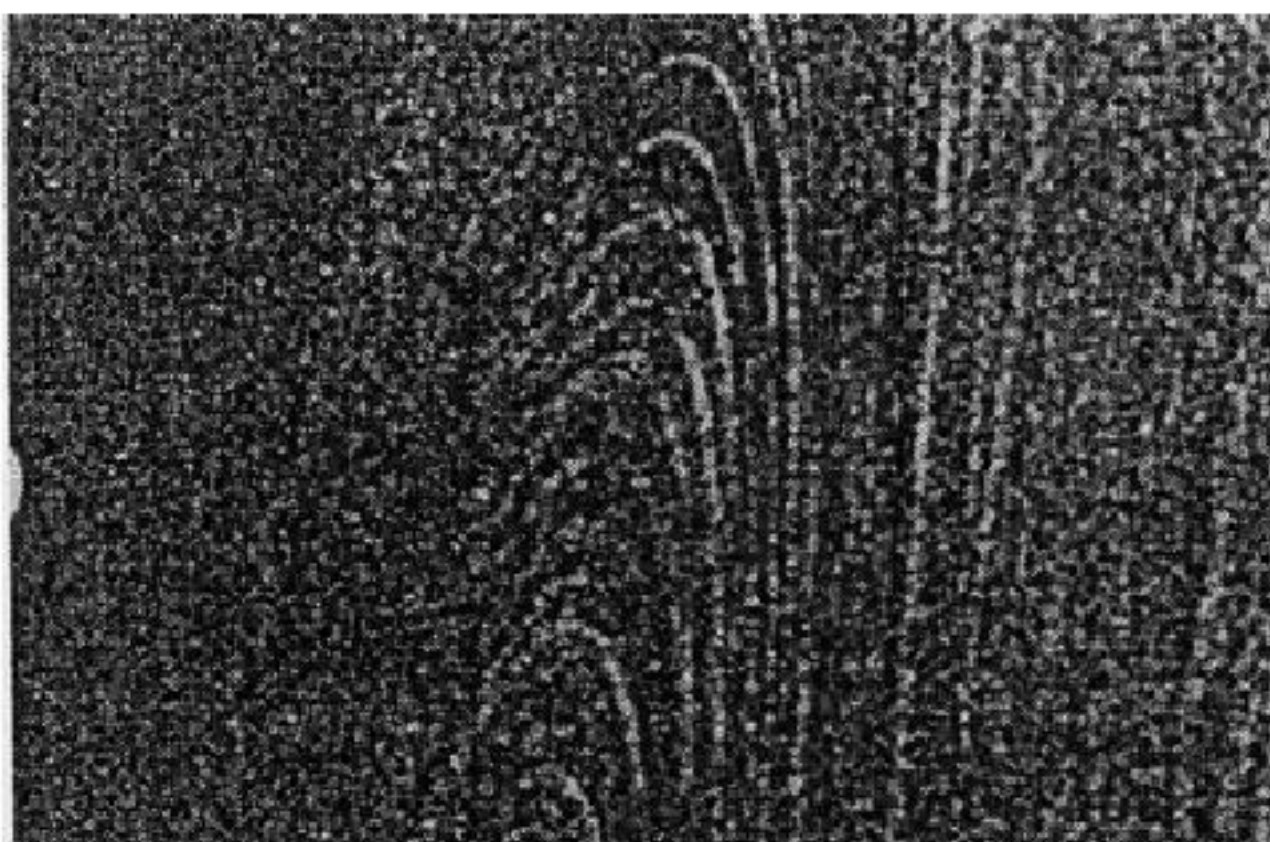
A2



A3

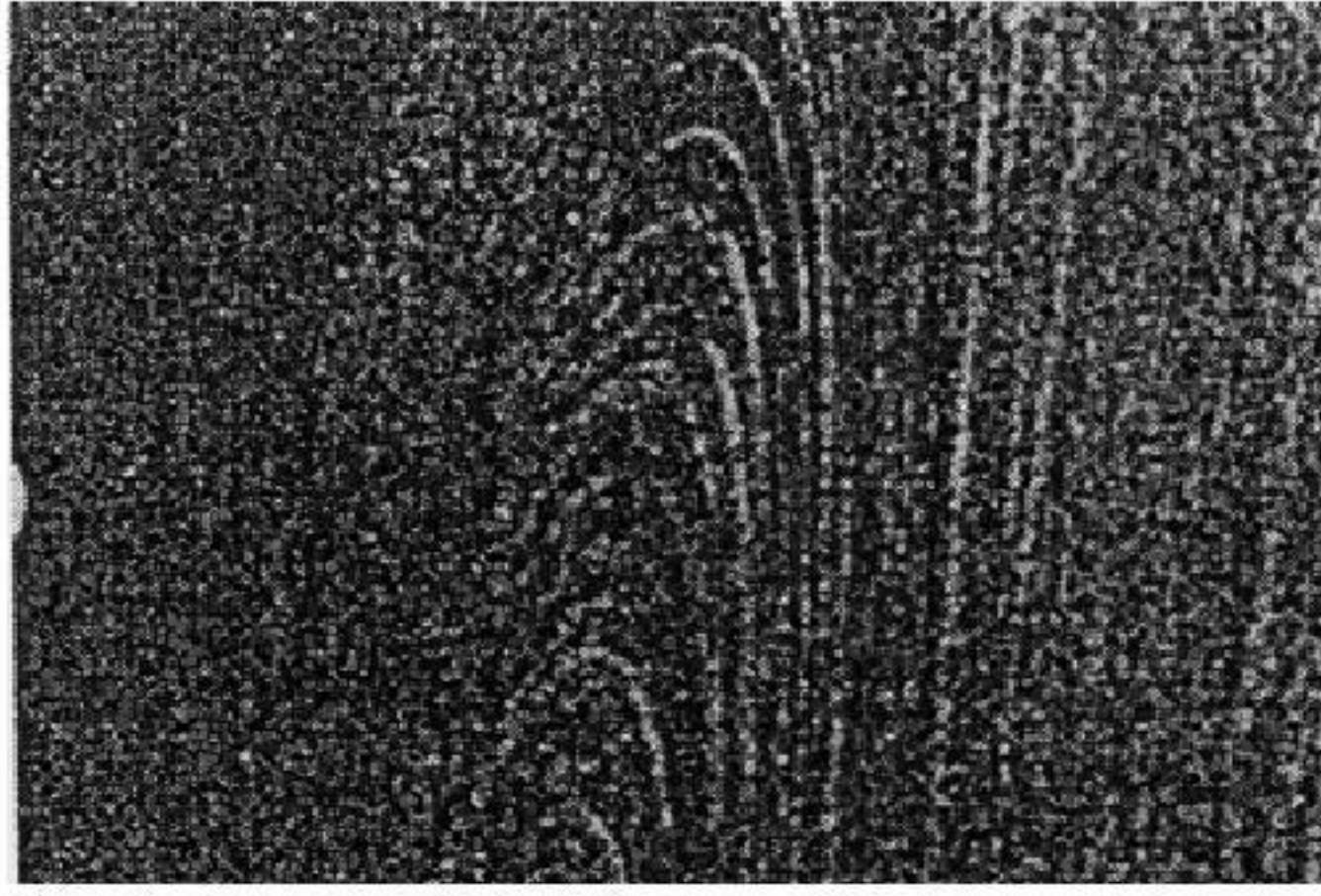


B1

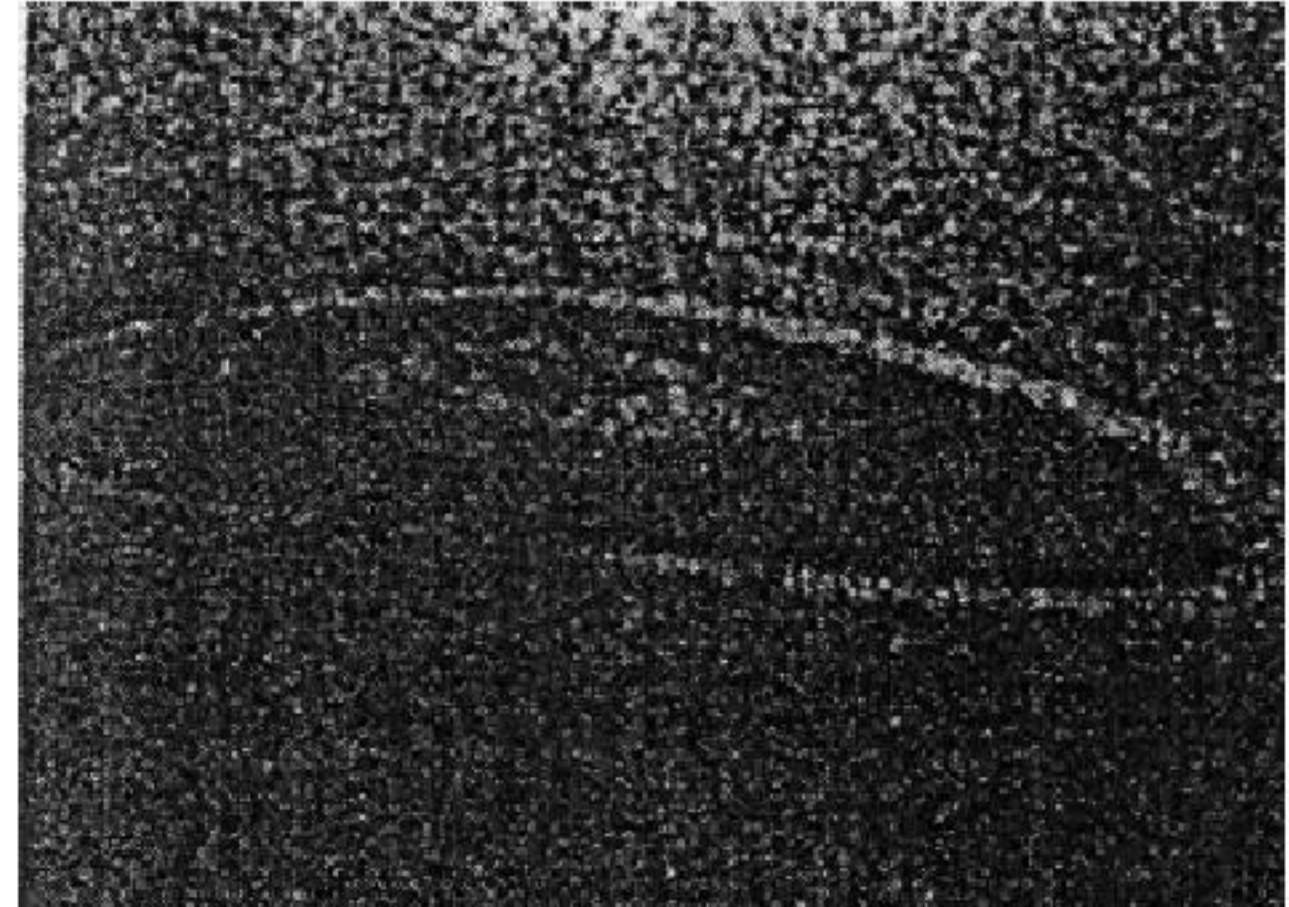


B2





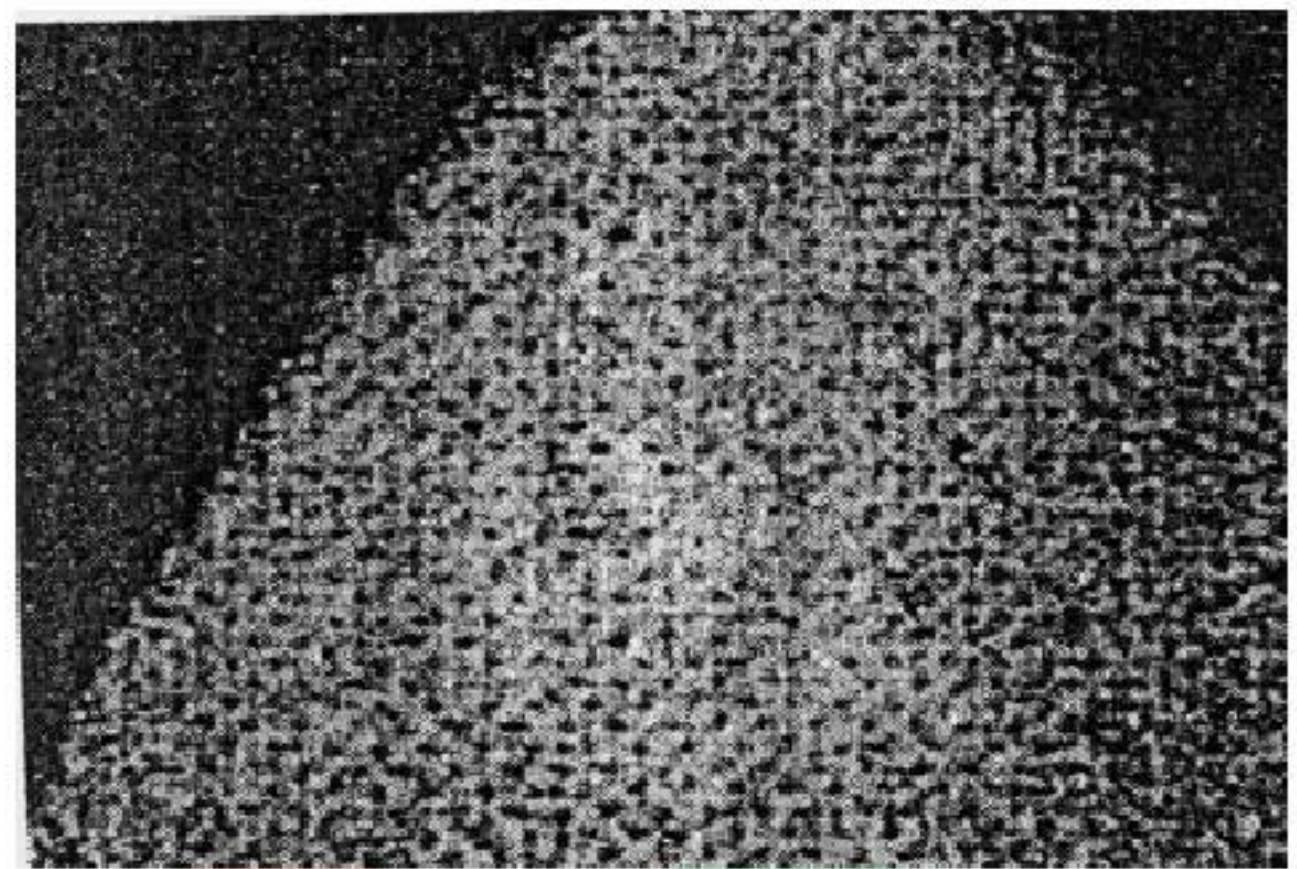
C1



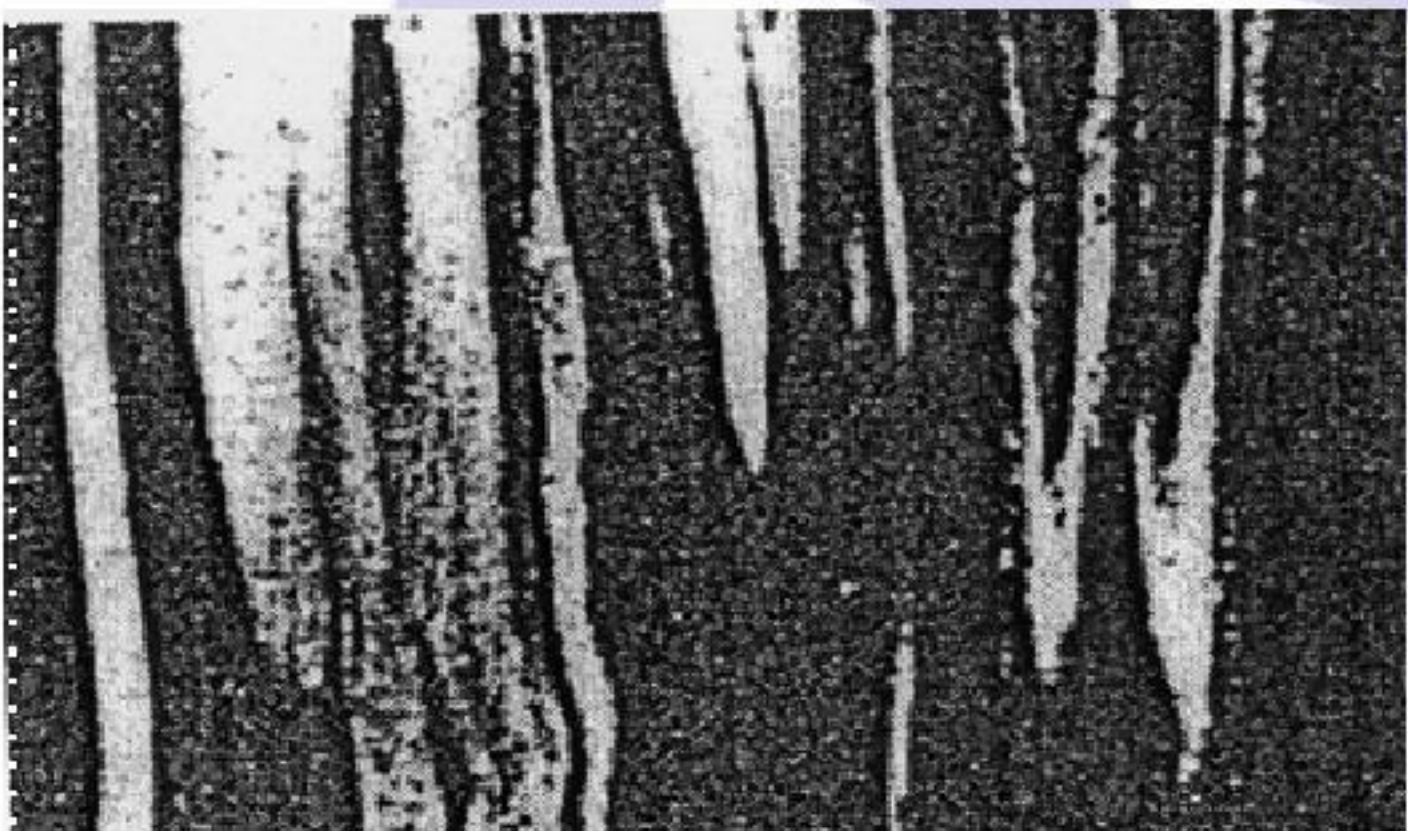
C2



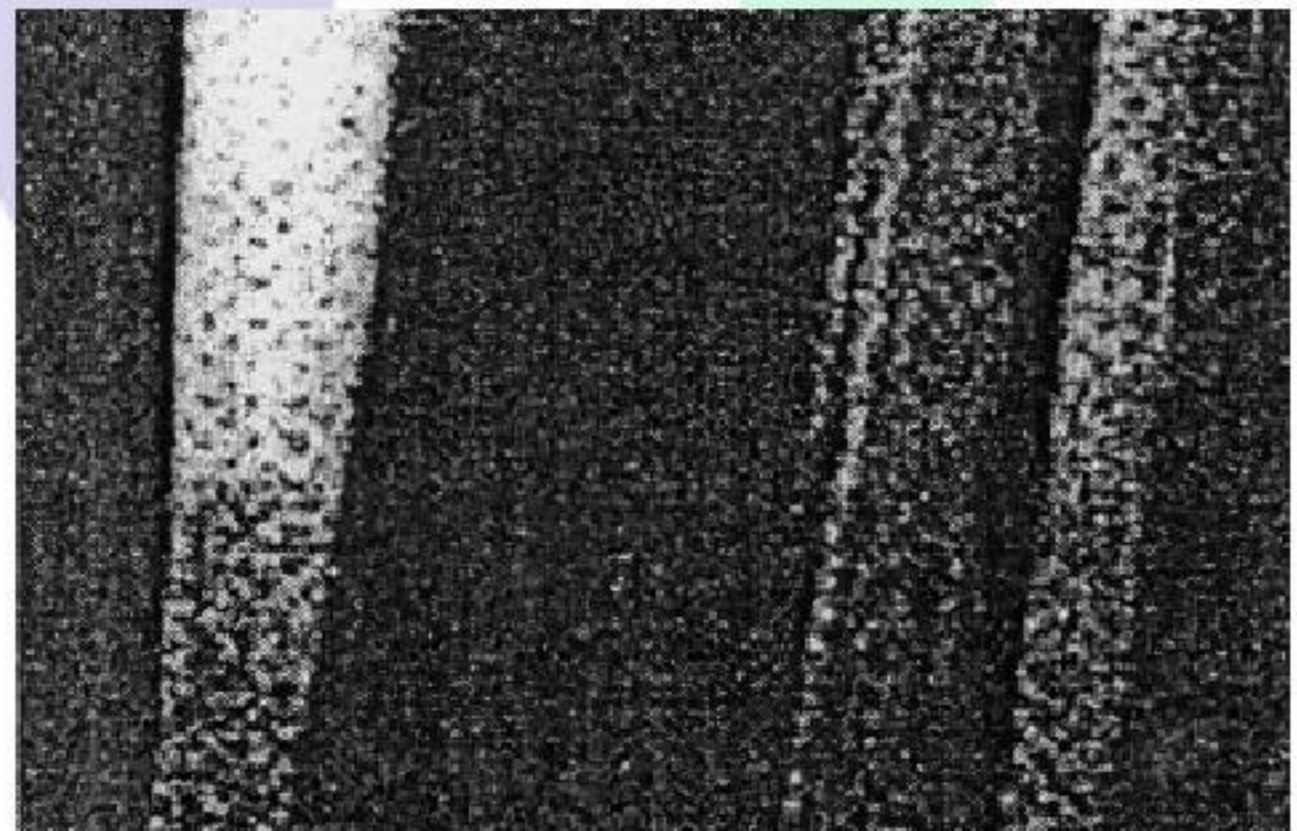
D1



D2



E1



E2



## Lampiran C (informatif)

### Contoh-contoh penilaian partikel agglomerate

#### C.1 Contoh 1

**Tabel C.1** Jumlah partikel dan agglomerate, yang diklasifikasikan berdasarkan ukuran, pada masing-masing dari enam benda uji dan penilaian resultan

Spesimen	Dimensi  μm							Nilai untuk spesimen
	5 s/d 10	11 s/d 20	21 s/d 30	31 s/d 40	41 s/d 50	51 s/d 60	61 s/d 70	
	Jumlah partikel dan agglomerate							
1	3		2	1				2
2	3		5	1				2.5
3		14	2	1				3
4	3		2	2				2.5
5	3		2	4				3
6	3	12	5	7				3.5

Rata-rata aritmetik dari 6 nilai yang diperoleh:

$$(2 + 2,5 + 3 + 2,5 + 3 + 3,5)/6 = 2,75$$

Hasil: 2,8 (dibulatkan)

#### C.2 Contoh 2

**Tabel C.2** Jumlah partikel dan agglomerate, yang diklasifikasikan berdasarkan ukuran, pada masing-masing dari enam benda uji dan penilaian resultan

Spesimen	Dimensi							Nilai untuk spesi men
	μm							
	5 s/d 10	11 s/d 20	21 s/d 30	31 s/d 40	41 s/d 50	51 s/d 60	61 s/d 70	
	Jumlah partikel dan agglomerate							
1	7	3	9	3			1	3
2	7	3	9	3				3
3	7	3	5	3				2,5
4	19	5		1				2,5
5	19	5			2			3
6						1		3

Rata-rata aritmetik dari 6 nilai yang diperoleh:

$$(3 + 3 + 2,5 + 2,5 + 3 + 3)/6 = 2,8333$$

Hasil: 2,8 (dibulatkan)



**Lampiran D**  
(informatif)

**Daftar deviasi teknis dan penjelasannya**

**Tabel A.1 Daftar deviasi teknis dan penjelasannya**

No	Pasal/Subpasal dalam SNI	Modifikasi dalam SNI	Penjelasan
1	5.1.1 Tabel 1 Jenis dan klasifikasi bahan	Penghapusan jenis bahan PE 63, PE 40 dan PE 32	Pada ISO 4427:1996 subpasal 3.6 Tabel 1, terdapat jenis bahan PE 100, PE 80, PE 63, PE 40 dan PE 32. Pada SNI dilakukan penghapusan PE 63, PE 40 dan PE 32 karena merupakan produk lama yang sudah tidak ada di pasaran Indonesia, sehingga SNI hanya untuk jenis bahan PE 100 dan PE 80.
2	6.1 Dimensi pipa 9.4.1 Diameter luar nominal, tebal dinding nominal dan tekanan nominal	Penggantian ISO 3126 dengan SNI 06-4821-1998	Pada ISO 4427:1996 subpasal 4.1.1 dinyatakan dimensi pipa diukur sesuai ISO 3126. SNI memodifikasi pengukuran dimensi pipa sesuai SNI 06-4821-1998. Perubahan ini dimungkinkan karena sudah tersedia SNI nya, dan SNI tersebut sudah sesuai dengan ISO 3126.
3	6.1.1 Diameter luar nominal, tekanan nominal dan tebal dinding nominal pipa	Penghapusan Pipa polietilena dengan tegangan desain ( $\sigma_s$ ) 5 Mpa, 2,5 Mpa dan 3,2 Mpa.	Pada ISO 4427:1996 subpasal 4.1.3 dinyatakan persyaratan untuk Pipa polietilena dengan tegangan desain ( $\sigma_s$ ) 8 Mpa, 6,3 Mpa, 5 Mpa, 2,5 Mpa dan 3,2 Mpa. Pada SNI dilakukan penghapusan 5 Mpa, 2,5 Mpa dan 3,2 Mpa. karena sudah tidak ada di pasarsehingga SNI hanya untuk tegangan desain ( $\sigma_s$ ) 8 Mpa, 6,3 Mpa.



Tabel A.1 (lanjutan)

No	Pasal/Subpasal dalam SNI	Modifikasi dalam SNI	Penjelasan
5	6.1.2 Toleransi diameter luar dan tebal dinding pipa	Penambahan rumus untuk perhitungan Toleransi diameter luar dan tebal dinding pipa untuk Tabel 3 dan 4.	Pada ISO 4427:1996 tidak menjelaskan rumus untuk perhitungan Toleransi diameter luar dan tebal dinding pipa. SNI menambahkan rumus yang diacu dari ISO 3607:1977/E butir 3.2.1.1 dan butir 4.
6	6.2 Ovalitas	Penghapusan grade K dan Grade N yang lebih kecil dari 80.	Pada ISO 4427:1996 subpasal 4.2 dinyatakan grade K dan N. SNI hanya untuk grade PE 80 dan 100, karena grade yang lebih kecil dari 80 sudah tidak ada di pasar.
7	6.2 Tabel 5 Dimensi pipa polietilena	Penambahan informasi normatif untuk dimensi pipa	Pada ISO 4427:1996 subpasal 4.1 tidak dinyatakan. Penambahan Tabel 5 Dimensi pipa polietilena mengacu AS/NZS 4130:1997, untuk memudahkan pemakai dalam menentukan dimensi pipa.
8	6.3 Panjang pipa	Penambahan " $\pm 0,05$ m" untuk toleransi panjang pipa	Pada ISO 4427:1996 subpasal 4.3 tidak dinyatakan. SNI menambahkan toleransi panjang pipa sebesar " $\pm 0,05$ m" mengacu AS/NZS 4130:1997, untuk memudahkan pemakai.
9	7.1 Ketahanan hidrostatik	Penghapusan jenis bahan PE 63, PE 40, PE 32.	Pada ISO 4427:1996 subpasal 5.1, terdapat jenis bahan PE 100, PE 80, PE 63, PE 40 dan PE 32. Penghapusan PE 63, PE 40 dan PE 32 karena merupakan produk lama yang sudah tidak ada di pasaran Indonesia, SNI hanya untuk jenis bahan PE 100 dan PE 80.



Tabel A.1 (lanjutan)

No	Pasal/Subpasal dalam SNI	Modifikasi dalam SNI	Penjelasan
10	7.2 Kuat tarik	Penambahan kuat tarik untuk PE 100 sebesar 20 Mpa	Pada ISO 4427:1996 pasal 5 tidak dinyatakan. Penambahan untuk kuat tarik untuk PE 100 sebesar 20 Mpa, mengacu ISO 1133:1996. Permintaan nilai kuat tarik minimum $\pm 20$ Mpa dari forum konsensus dengan alasan PE internasional $\pm 25$ Mpa. Di dunia semula hanya ada 2 jenis PE 63 (A) dan 80 (B) dengan kuat tarik tipe A 15 mPa dan tipe B 17 mPa. Jadi kuat tarik untuk PE 100 harus $>17$ mPa, sehingga ditentukan sebesar 20 mPa (pada pengukuran bisa sampai dengan 25 mPa).

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional dilindungi undang-undang. Tidak diperbolehkan untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"



## Bibliografi

ISO 13949:1997, *Method for the assesment of the degree of pigment dispersion in polyolefin pipes, fittings and compounds.*























**BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN**  
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4  
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270  
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : [bsn@bsn.or.id](mailto:bsn@bsn.or.id)